



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

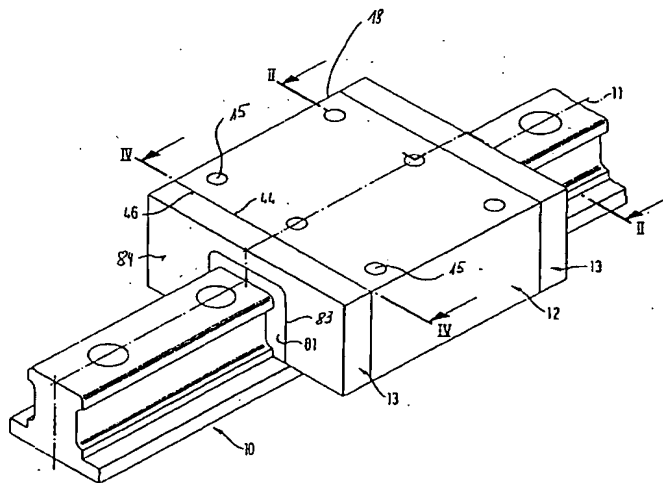
21	Aktenzeichen:	296 23 942.9
67	Anmeldetag:	4. 4. 1996
	aus Patentanmeldung:	196 13 626.1
47	Eintragungstag:	5. 10. 2000
43	Bekanntmachung im Patentblatt:	9. 11. 2000

73 Inhaber:
Rexroth Star GmbH, 97424 Schweinfurt, DE

74 Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

54 Linearführungseinrichtung

57 Linearführungseinrichtung, umfassend eine Führungsschiene (10) mit einer Längsachse (11) und einen auf dieser Führungsschiene (10) längs dieser Achse (11) durch Wälzkörperumläufe (14, 16) geführten Führungswagen (12, 13), wobei ein Wälzkörperumlauf (14, 16) durch ein Führungskanalsystem (88) geführt ist, dieses Führungskanalsystem (88) ausgeführt mit einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt (92) für kraftübertragende Wälzkörper, einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt (79) für rücklaufende Wälzkörper und zwei im wesentlichen bogenförmig ausgeführten Umkehrabschnitten (90) zwischen den beiden geradlinigen Abschnitten (79, 92), wobei weiter durch die Mittelpunkte der Wälzkörper des Wälzkörperumlaufs (14, 16) eine Umlaufläche (UE) definiert ist, wobei weiter durch die Scheitel der Umkehrabschnitte (90) eine Scheitelebene (SE) definiert ist und wobei Mittel (94) vorgesehen sind, um die Wälzkörper in das Führungskanalsystem einzubringen, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungswagen (12, 13) mindestens einen den Durchgang einzelner Wälzkörper nacheinander gestattenden Füllkanal (94) aufweist, welcher von einer für die Wälzkörpereingabe zugänglichen Wälzkörper-Einfüllstelle (96) zu einer Einmündung (98) in das Führungskanalsystem (88) verläuft, und daß diese Einmündung (98) in das Führungskanalsystem (88) durch einen Verschlußstopfen (104) zumindest teilweise verschließbar ist, welcher das Führungskanalsystem (88) im Einmündungsbereich ergänzt.



DE 296 23 942 U 1

27.06.00

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. H. WEICKMANN

DIPL.-PHYS. DR. K. FINCKE

DIPL.-ING. F. A. WEICKMANN

DIPL.-CHEM. B. HUBER

DR.-ING. H. LISKA

DIPL.-PHYS. DR. J. PRECHTEL

DIPL.-CHEM. DR. B. BÖHM

DIPL.-CHEM. DR. W. WEISS

DIPL.-PHYS. DR. J. TIESMEYER

DIPL.-PHYS. DR. M. HERZOG

B. Ruttensperger

Dr. V. Jordan

POSTFACH 860 820
81635 MÜNCHEN

TELEFON (089) 4 55 63-0

TELEX 5 22 621

KOPERNIKUSSTRASSE 9
81679 MÜNCHEN

TELEFAX (089) 4 70 50 68

27. Juni 2000

Unser Zeichen:

13667G DE/CM

Anmelder:

Rexroth Star GmbH
Ernst-Sachs-Straße 100

97424 Schweinfurt

Linearführungseinrichtung

DE 296 23 942 01

Linearführungseinrichtung

Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft eine Linearführungseinrichtung, umfassend eine Führungsschiene mit einer Längsachse und einen auf dieser Führungsschiene längs dieser Achse durch Wälzkörperumläufe geführten Führungswagen, wobei ein Wälzkörperumlauf durch ein Führungskanalsystem geführt ist, dieses Führungskanalsystem ausgeführt mit einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt für kraftübertragende Wälzkörper, einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt für rücklaufende Wälzkörper und zwei im wesentlichen bogenförmig ausgeführten Umkehrabschnitten zwischen den beiden geradlinigen Abschnitten, wobei weiter durch die Mittelpunkte der Wälzkörper des Wälzkörperumlaufs eine Umlaufläche definiert ist, wobei weiter durch die Scheitel der Umkehrabschnitte eine Scheitelebene definiert ist und wobei Mittel vorgesehen sind, um die Wälzkörper in das Führungskanalsystem einzubringen.

Bei einer solchen Linearführungseinrichtung besteht das Problem, die Wälzkörper in das Führungskanalsystem einzufüllen.

25 In der EP 0 211 243 A2 sowie der korrespondierenden US-PS 4 743 124 ist eine gattungsgemäße Linearführungseinrichtung beschrieben, bei welcher der Führungswagen aus einem Hauptkörper und zwei an den Enden des Hauptkörpers angebrachten Endplatten besteht. An den Endplatten sind Haltestege angeformt, deren
30 endplattenferne Enden in der Mitte des Hauptkörpers aneinanderstoßen. Durch die Haltestege werden die Wälzkörper der kraftübertragenden Umlaufabschnitte unverlierbar am Führungswagen in Eingriff mit dessen Laufbahnen gehalten. Indem die beiden Endplatten auseinandergezogen werden, entsteht zwischen
35 den aneinanderstoßenden Enden der Haltestege ein Spalt, durch welchen die Wälzkörper eingefüllt werden können. Nach vollständiger Befüllung der Umläufe werden die Endplatten wieder

zusammengeschoben, bis die Enden der Haltestege wieder aneinanderstoßen. Der zuvor vorübergehend geschaffene Spalt wird auf diese Weise wieder geschlossen.

5 Diese Art der Befüllung des Führungswagens hat einige Nachteile. Der Führungswagen kann vor dem Einfüllen der Wälzkörper nicht in einen betriebsfertigen Zustand gebracht werden, da die Endplatten erst nach der Befüllung am Hauptkörper festgeschraubt werden können. Zur Befüllung müssen die beiden Endplatten um ein definiertes Maß auseinandergezogen werden, das
10 weder zu klein noch zu groß sein darf. Die zwischen den aneinanderstoßenden Enden der Haltestege entstehende Öffnung muß nämlich einerseits groß genug sein, um den Durchgang der Wälzkörper zu gestatten, darf andererseits aber nicht zu groß
15 sein, da sonst die Gefahr besteht, daß einzelne Wälzkörper wieder herausfallen. Zudem hat es sich gezeigt, daß die üblicherweise aus Kunststoff gefertigten Haltestege der Endplatten durch die Einfüllung Beschädigungen erleiden können, die zu dauerhaften plastischen Verformungen der Haltestege und damit
20 zu einer Beeinträchtigung des ruhigen Laufs der Wälzkörper führen können. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Wälzkörper maschinell mit Hilfe von Druckluft eingeblasen werden. Die Einfüllung der Wälzkörper im Bereich der kraftübertragenden Umlaufabschnitte erweist sich schließlich auch noch im Zusammenhang mit der U-förmigen Querschnittsgestalt des Führungswagens als nachteilig. Die Wälzkörperzuführung muß nämlich
25 dann von der für ein Einfüllrohr relativ schwer zugänglichen Innenseite der einander gegenüberliegenden Schenkel des Führungswagens her erfolgen.

30

Als weiterer relevanter Stand der Technik im Hinblick auf die Einfüllung von Wälzkörpern in einen Führungswagen sind noch die DE 39 10 456 C1, die DE 40 41 269 A1 und die DE-AS 1 194 649 zu nennen.

35

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, bei einer Linearführungseinrichtung der eingangs bezeichneten Art das

Einfüllen der Wälzkörper in das Führungskanalsystem des Führungswagens zu vereinfachen.

Erfindungsgemäß wird zur Lösung dieser Problemstellung vorgeschlagen, daß der Führungswagen mindestens einen den Durchgang einzelner Wälzkörper nacheinander gestattenden Füllkanal aufweist, welcher von einer für die Wälzkörpereingabe zugänglichen Wälzkörper-Einfüllstelle zu einer Einmündung in das Führungskanalsystem verläuft, und daß diese Einmündung in das Führungskanalsystem durch einen Verschlußstopfen zumindest teilweise verschließbar ist, welcher das Führungskanalsystem im Einmündungsbereich ergänzt.

Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung ist ein permanenter Füllkanal definierten Einfüllquerschnitts vorhanden. Damit entfällt die Notwendigkeit, wie bei der Lösung nach der EP 0 211 243 A2 einen vorübergehenden Füllzugang zu schaffen, dessen Einfüllquerschnitt nur relativ mühsam zu justieren ist. Der Führungswagen kann bei der Einfüllung der Wälzkörper bereits in einem nahezu betriebsfertigen Zustand vorliegen, wobei anschließend im wesentlichen nur noch der Verschlußstopfen in den Füllkanal eingesetzt werden muß. Dies erleichtert den Füllvorgang an sich sowie den Herstellungsablauf der Linearführungseinrichtung. Zwar kann der Füllkanal gegenüber der Lösung nach der EP 0 211 243 A2 einen wenn auch nur geringfügig erhöhten Herstellungsaufwand mit sich bringen. Dieser wird jedoch durch die sich ergebende Vereinfachung des Füllvorgangs mehr als kompensiert.

Es empfiehlt sich, die Einmündung derart zu lokalisieren, daß sie entweder dem geradlinigen Abschnitt für die rücklaufenden Wälzkörper oder einem der bogenförmigen Umkehrabschnitte zugeordnet ist. Der für das Führungsverhalten des Führungswagens besonders sensible, die kraftübertragenden Wälzkörper führende Abschnitt des Führungskanalsystems ist in diesem Fall vor Beschädigungen oder Verformungen geschützt, die beim Einfüllen der Wälzkörper auftreten können. Zudem sind die Umkehrab-

27.08.00

- 4 -

schnitte und der die rücklaufenden Wälzkörper führende Umlaufabschnitt in der Regel einfacher als der die kraftübertragenden Wälzkörper führende Abschnitt von außerhalb des Führungswagens zugänglich, was das Einfüllen der Wälzkörper weiter erleichtert.

Es wurde bereits angesprochen, daß der Füllkanal permanent ist, d. h. ständig vorhanden ist. Sein Ort gegenüber dem Führungskanalsystem wird während des Einfüllvorgangs und im Betriebszustand der Linearführungseinrichtung zweckmäßigerweise der gleiche sein. Dies bedeutet, daß sich das Führungskanalsystem bereits vor der Befüllung mit Wälzkörpern in einem führungsgerechten, betriebsfertigen Zustand befinden kann. Eine nach dem Einfüllen der Wälzkörper erforderliche, montagebedingte Verlagerung von Teilen des Führungskanalsystem relativ zu dem Füllkanal (wie beispielsweise bei der DE 39 10 456 C1), die sich bei bereits eingefüllten Wälzkörpern ohnehin deutlich schwieriger als bei noch nicht eingefüllten Wälzkörpern gestaltet, ist nicht erforderlich. Vielmehr wird das Führungskanalsystem vor dem Einfüllen der Wälzkörper soweit führungsgerecht positioniert, daß nach dem Einfüllen der Wälzkörper lediglich noch der Verschlußstopfen eingesetzt werden muß.

Bei der Einfüllung der Wälzkörper ist dafür Sorge zu tragen, daß stets die geforderte Anzahl von Wälzkörpern in den jeweiligen Umlauf eingebracht wird. Dabei ist es zum einen wichtig, den Querschnitt des Füllkanals und der Einmündung so gering zu bemessen, daß sich nicht zwei Wälzkörper übereinander schieben und dadurch gegenseitig verklemmen können. Zum anderen muß sichergestellt werden, daß die Wälzkörper leichtgängig in den jeweiligen Umlauf einlaufen, so daß sie sich nicht gegenüber dem Führungskanalsystem verklemmen und von den jeweils nachfolgenden Wälzkörpern mühelos weitergeschoben werden können. Es wird deshalb vorgeschlagen, daß die Einmündung derart lokalisiert ist, daß die Wälzkörper bei der Einfüllung in definierter Zielrichtung in den Wälzkörperumlauf einlaufen. So wird sichergestellt, daß nicht einige Wälzkörper in entgegen-

DE 298 23 942 U1

gesetzten Richtungen in den Wälzkörperumlauf einlaufen und die vollständige Befüllung des Umlaufs unter Umständen erschweren.

Bevorzugt ist die Einmündung in einem der Umkehrabschnitte derart lokalisiert, daß die Wälzkörper in den geradlinigen Abschnitt für die rücklaufenden Wälzkörper einlaufen. Auf diese Weise steht die gesamte Länge des die rücklaufenden Wälzkörper führenden Umlaufabschnitts zur Verfügung, damit sich die Wälzkörper ordnungsgemäß einordnen können, bevor sie den gegenüberliegenden Umkehrabschnitt erreichen. Darüber hinaus können die Wälzkörper in dem vergleichsweise langen Abschnitt für die rücklaufenden Wälzkörper gut aufgefangen werden, wenn sie maschinell mittels Druckluft mit hoher Geschwindigkeit eingeblasen werden, ohne daß dabei die Gefahr von Beschädigungen oder Deformationen des Führungskanalsystems besteht. Zweckmäßigerweise wird man dabei die Einmündung bei Betrachtung des Wälzkörperumlaufs in einer zur Umlaufläche im wesentlichen orthogonalen Betrachtungsrichtung gegenüber der Scheitelebene in Richtung auf den geradlinigen Abschnitt für die rücklaufenden Wälzkörper hin versetzt lokalisieren.

Wenn die Wälzkörper im Bereich der Umkehrabschnitte mit konvex gekrümmten Oberflächenbereichen an einer konkav gekrümmten Abwälzfläche des Führungskanalsystems abwälzen, wobei diese konkav gekrümmte Abwälzfläche im Bereich der Verschneidung des Führungskanalsystems mit der Umlaufläche liegt, ist das Zentrum der Einmündung bevorzugt gegenüber der Umlaufläche versetzt. Bei dieser Ausbildung wird der Lauf der Wälzkörper in den Umkehrabschnitten durch die Einmündung nicht oder nur unwesentlich gestört. Dabei liegen die durch den Verschlußstopfen sich im Führungskanalsystem ergebenden Stoßstellen größtenteils oder sogar vollständig außerhalb der Abwälzflächen der Umkehrabschnitte, so daß das Abwälzverhalten der Wälzkörper nicht beeinträchtigt wird. Zudem ist zu bedenken, daß auf die Wälzkörper in den Umkehrabschnitten beachtliche Zentrifugalkräfte wirken können. Wenn die Einmündung dann im Zentrum der Abwälzfläche liegen würde, könnte die Befestigung des

27.06.00

- 6 -

Verschlußstopfens Probleme bereiten, da damit gerechnet werden müßte, daß der Verschlußstopfen durch die von den Wälzkörpern ausgeübten Kräfte herausgedrückt wird. Dies kann durch die gegenüber der Umlaufläche versetzte Lokalisierung der Einmündung vermieden werden.

Um ein sanftes Einlaufen der Wälzkörper ohne starke Kollisionen mit dem Führungskanalsystem zu ermöglichen, verläuft der Führungskanal im Einmündungsbereich vorteilhafterweise annähernd tangential, zumindest jedoch spitzwinklig zu dem Wälzkörperumlauf. Bevorzugt mündet der Füllkanal dabei nahe des geradlinigen Abschnitts für die rücklaufenden Wälzkörper in einen der Umkehrabschnitte ein, wobei er zumindest auf einem Großteil seiner Länge annähernd parallel zu dem geradlinigen Abschnitt für die rücklaufenden Wälzkörper verläuft.

Zweckmäßigerweise wird der Verschlußstopfen an seinem dem Führungskanalsystem zugekehrten Ende eine vorgeformte Ergänzungsfläche besitzen, welche dem durch die Einmündung eliminierten Flächenbereich des Führungskanalsystems entspricht. Beim Einsetzen des Verschlußstopfens in den Füllkanal muß man dann darauf achten, daß die Ergänzungsfläche innerhalb des Führungskanalsystems führungsgerecht zu liegen kommt, d. h. sich bündig in das Führungskanalsystem einfügt. Um dies zu gewährleisten, kann man an dem Verschlußstopfen und an dem Füllkanal zusammenwirkende Positionierungsmittel vorsehen, welche das Einführen des Verschlußstopfens in den Füllkanal nur in solcher Relativlage von Verschlußstopfen und Füllkanal zulassen, daß die dem Führungskanalsystem zugekehrte Ergänzungsfläche des Verschlußstopfens die Ergänzung des Führungskanalsystems übernimmt.

Damit der Verschlußstopfen nach seinem Einsetzen in den Füllkanal sicher am Führungswagen gehalten bleibt und nicht durch an seiner Ergänzungsfläche entlanglaufende Wälzkörper wieder herausgedrückt wird, können an dem Verschlußstopfen und an dem Führungswagen im Bereich des Füllkanals Verrastungsmittel

DE 296 23 942 U1

vorgesehen sein, welche ineinander verrasten, wenn die Ergänzungsfläche des Verschlußstopfens ihre Ergänzungsstellung einnimmt. Zweckmäßigerweise werden die Verrastungsmittel durch äußeren Eingriff lösbar sein, so daß es möglich ist, die Wälzkörper später auszutauschen oder eine ursprünglich unbemerkte, fehlerhafte Befüllung mit zu wenig Wälzkörpern nachträglich zu korrigieren.

Der Füllkanal kann als ein Verzweigungskanal ausgebildet sein, dessen Zweigkanäle zu Einmündungen in Führungskanalsysteme benachbarter Wälzkörperumläufe führen. Zweckmäßigerweise wird der Verzweigungskanal dann durch einen den Einmündungen benachbarter Führungskanalsysteme gemeinsamen Verschlußstopfen verschließbar sein, d. h. einen Verschlußstopfen, welcher mit Ergänzungsflächen für jedes der von dem Verzweigungskanal angeschnittenen Führungskanalsysteme ausgeführt ist. Im Falle eines solchen Verzweigungskanals wird man jedoch besondere Sorgfalt darauf legen müssen, daß alle über den einen Verzweigungskanal zugänglichen Wälzkörperumläufe mit der erforderlichen Anzahl von Wälzkörpern befüllt werden.

Wenn der Führungswagen mehrere Wälzkörperumläufe aufweist, können entsprechend auch mehrere Füllkanäle vorgesehen sein, deren Verteilung über den Führungswagen an sich beliebig ist. Insbesondere kann jedem Wälzkörperumlauf ein eigener Füllkanal zugeordnet sein. Eine besondere Situation ergibt sich, wenn der Führungswagen in symmetrischer Anordnung zu einer die Längsachse enthaltenden Längsmittlebene beidseits dieser Längsmittlebene je eine Gruppe von Wälzkörperumläufen aufweist. Es besteht dann zum einen die Möglichkeit, die Füllkanäle für jede Gruppe von Wälzkörperumläufen auf beide in Längsrichtung beabstandeten Endbereiche des Führungswagens zu verteilen, und zwar so, daß die beiden Endbereiche des Führungswagens bei Betrachtung jeweils orthogonal zu einer zugehörigen Endfläche des Führungswagens miteinander im wesentlichen identisch sind. Fehlorientierungen des Führungswagens bei der Befüllung können so vermieden und eine automatische

Montage des Führungswagens erleichtert werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit, die Füllkanäle für beide Gruppen von Wälzkörperumläufen an ein und demselben der in Längsrichtung beabstandeten Endbereiche des Führungswagens vorzusehen. In diesem Fall können alle Wälzkörperumläufe von einer Seite des Führungswagens her befüllt werden, was für den Montageablauf günstig ist.

Wie an sich bereits aus der EP 0 211 243 A2 bekannt, kann auch bei der erfindungsgemäßen Ausbildung der Führungswagen von einem mittleren Hauptkörper und zwei Endplatten gebildet sein, welche mit Anlageflächen an in Längsrichtung beabstandeten Stirnflächen des Hauptkörpers anliegen, wobei die bogenförmig ausgeführten Umkehrabschnitte des Führungskanalsystems radial äußere Führungsflächen besitzen, welche durch rinnenartige Vertiefungen in den Anlageflächen der Endplatten gebildet sind. Von herstellungstechnischem Vorteil kann es dann sein, wenn die Einmündung im Bereich einer der rinnenartigen Vertiefungen liegt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Endplatten aus Kunststoff gespritzt oder gegossen werden, der Hauptkörper dagegen aus Metall gefertigt wird, wie es häufig der Fall ist. Zum einen muß für die Anbringung des Füllkanals dann lediglich die Spritz- oder Gießform für die Endplatte entsprechend modifiziert werden, zum anderen kann ein einfach herstellbares Kunststoffformteil für den Verschlußstopfen verwendet werden.

Die Umkehrabschnitte des Führungskanalsystems können weiterhin radial innere Führungsflächen aufweisen, welche von halbzyklischen Umlenkstücken gebildet sind, wobei diese Umlenkstücke in Umlenkstück-Aufnahmerinnen eingelegt sind, welche in den Anlageflächen der Endplatten ausgeformt sind.

Als Wälzkörper kommen bevorzugt Kugeln in Frage. Es ist jedoch genauso denkbar, zylindrische oder leicht konvex gekrümmte Rollen oder Nadeln zu verwenden. Für den Fall der Verwendung von Kugeln als Wälzkörper empfiehlt es sich, daß in einem die

Umlaufläche enthaltenden Schnitt betrachtet die Umkehrabschnitte des Führungskanalsystems wenigstens auf einem Teil ihrer Länge annähernd kreisbogenförmig verlaufen. Analog können die Umkehrabschnitte des Führungskanalsystems in einem die Scheitelebene enthaltenden Schnitt betrachtet, ebenfalls eine annähernd halbkreisförmige Krümmung besitzen, wobei der Krümmungsradius der Umkehrabschnitte in diesem Bereich gleich oder geringfügig größer als der Kugelradius sein wird.

10 Es soll nicht ausgeschlossen sein, daß der Füllkanal durch spanabhebende Bearbeitung in einen aus Metall, insbesondere Stahl, gefertigten Grundkörper des Führungswagens eingeformt wird. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, daß der Füllkanal wenigstens teilweise in einem Kunststoffkörper ausgebildet
15 ist, welcher einen Teil des Führungswagens bildet. Dieser Kunststoffkörper kann an solcher Stelle des Führungswagens liegen, daß er an der Bildung eines Umkehrabschnitts teilnimmt. Er kann aber auch an solcher Stelle gelegen sein, daß er an der Bildung eines im wesentlichen geradlinigen Abschnitts des Führungskanalsystems teilnimmt, in welchem die
20 rücklaufenden Wälzkörper laufen. Die Ausbildung des Füllkanals in einem solchen Kunststoffkörper hat besondere herstellungstechnische Vorteile, da sich die spanabhebende Bearbeitung des Füllkanals insbesondere durch Bohren erübrigt. Die Vermeidung
25 des Bohrens zur Herstellung des Füllkanals ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Füllkanal im Hinblick auf das leichte Einfüllen der Wälzkörper an seiner Einmündungsstelle in das Führungskanalsystem zu letzterem tangential oder spitzwinklig verläuft.

30

Eine besonders einfache Herstellungstechnik für die Herstellung des Füllkanals läßt sich dann anwenden, wenn der Füllkanal rundum von dem Material des Kunststoffkörpers begrenzt ist. Die Begrenzungsflächen des Füllkanals lassen sich dann
35 wenigstens zum Teil gießtechnisch oder spritztechnisch herstellen, ohne daß es einer Nachbearbeitung bedarf.

Auch der Verschlußstopfen kann aus Kunststoff hergestellt sein, z. B. aus einem Polyamid- oder Polyethylen-Werkstoff. Dabei lassen sich die das Führungskanalsystem ergänzenden Ergänzungsflächen bei der Herstellung des Verschlußstopfens gießtechnisch oder spritztechnisch gewinnen, ohne daß eine Nachbearbeitung notwendig ist.

Die Führungsschiene kann als eine Profilschiene ausgebildet sein, beispielsweise als eine Profilschiene, welche einem U-
10 förmigen Führungswagen angepaßt ist. Der Erfindungsvorschlag läßt sich aber auch dann anwenden, wenn die Führungsschiene als eine im wesentlichen zylindrische Welle ausgebildet ist. Der Führungswagen kann dann als eine im wesentlichen zylindrische Kugelhüchse ausgebildet sein, insbesondere als eine
15 "Radial-Kugelhüchse". Von einer Radial-Kugelhüchse spricht man dann, wenn der die rücklaufenden Wälzkörper führende Abschnitt des Führungskanalsystems radial außerhalb des die tragenden Wälzkörper führenden Abschnitts angeordnet ist und dabei insbesondere in der gleichen Radialebene wie der die
20 tragenden Wälzkörper führende Abschnitt liegt. Wenn der Führungswagen als eine Kugelhüchse ausgeführt ist, so kann diese Kugelhüchse geschlossen sein, d.h. die als Welle ausgebildete Führungsschiene vollständig umschließen. Die Kugelhüchse kann aber auch eine sogenannte offene Kugelhüchse sein, d. h. eine
25 Kugelhüchse, welche einen Schlitz frei läßt, durch welchen hindurch die als Welle ausgebildete Führungsschiene über Stützglieder mit einem Träger verbunden ist.

Im übrigen soll auch ein für eine Linearführungseinrichtung
30 der vorstehend beschriebenen Art geeigneter Führungswagen gesondert unter Schutz gestellt werden.

Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zum Einfüllen von Wälzkörpern in einen Führungswagen, welcher mit Wälzkörper-
35 umlaufen zur rollenden Führung auf einer Führungsschiene ausgeführt ist, wobei ein Wälzkörperumlauf durch ein Führungskanalsystem geführt ist, wobei weiter dieses Führungskanalsy-

stem ausgeführt ist mit einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt für kraftübertragende Wälzkörper, einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt für rücklaufende Wälzkörper und zwei im wesentlichen bogenförmig ausgeführten Umkehrabschnitten zwischen den beiden geradlinigen Abschnitten.

Zur Befüllung der Wälzkörperumläufe wird dabei in der Weise vorgegangen, daß man die Wälzkörper für mindestens einen Wälzkörperumlauf durch einen Füllkanal in das Führungskanalsystem einführt und daß man nach vollständiger Befüllung des Führungskanalsystems die Einmündung des Füllkanals in das Führungskanalsystem durch einen Verschlußstopfen wenigstens teilweise verschließt, welcher das Führungskanalsystem im Bereich der Einmündung ergänzt.

15

Wie bereits angesprochen, kann man die Einfüllung der Wälzkörper in das Führungskanalsystem dann vornehmen, nachdem der Führungswagen - mit Ausnahme des Einfüllens der Wälzkörper und des Einbringens des Verschlußstopfens - in einen im wesentlichen betriebsfertigen Zustand gebracht worden ist. Betriebsfertig heißt dabei, daß der Führungswagen sofort nach Einfüllung der Wälzkörper und Einsetzen des Verschlußstopfens und gewünschtenfalls noch nach Anbringung von äußeren Dichtelementen oder sonstigen Abdeckteilen auf eine Führungsschiene aufgeschoben werden und in Betrieb gehen kann.

25

Für eine automatische Befüllung können die Wälzkörper maschinell, insbesondere pneumatisch, durch den Füllkanal in das Führungskanalsystem eingeführt werden.

30

Die Erfindung wird im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellen dar:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Linearführungseinrichtung,

35

Figur 2 einen Schnitt längs der Linie II-II der Figur 1,

- Figur 3 in einer Schnittansicht gemäß Figur 2 die Eingriffs-
verhältnisse zwischen einer Führungsschiene und ei-
nem Lagerhauptkörper,
- 5 Figur 4 eine Ansicht auf eine Anlagefläche einer Endplatte
längs der Linie IV-IV der Figur 1,
- Figur 5 schematisch einen Schnitt längs der Linie V-V der
Figur 4, um den Zusammenhang einer Endplatte mit
10 einem Haltesteg für die Wälzkörper zu zeigen, wobei
in eine Umlenkstück-Aufnahmerinne der Endplatte ein
Umlenkstück eingelegt ist,
- Figur 6 einen längs der Linie VI-VI der Figur 4 genommenen
15 Schnitt durch eine Endplatte und einen angrenzenden
Teilbereich des Lagerhauptkörpers, wobei ein Wälz-
körperumlauf bereits mit Wälzkörpern gefüllt und
durch einen Verschlußstopfen verschlossen ist,
- 20 Figur 7 einen Schnitt längs der Linie VII-VII der Figur 6,
- Figur 8 eine Schnittdarstellung entsprechend Figur 6, die
das Einfüllen der Wälzkörper in einen Wälzkörperum-
lauf zeigt,
- 25 Figur 9 eine Schnittdarstellung, die den in Figur 8 darge-
stellten Einfüllvorgang in einer Ansicht entspre-
chend Figur 7 zeigt,
- 30 Figur 10 eine perspektivische Ansicht einer teilweise aufge-
schnittenen Endplatte bei einem abgewandelten Aus-
führungsbeispiel,
- Figur 11 eine Schnittdarstellung entsprechend Figur 6, die
35 das gleichzeitige Einfüllen von Wälzkörpern in zwei
Wälzkörperumläufe bei dem abgewandelten Ausführungs-
beispiel der Figur 10 zeigt,

- Figur 12 eine Schnittdarstellung, die den Einfüllvorgang der Figur 11 in einer Ansicht entsprechend Figur 7 zeigt,
- 5 Figur 13 eine Ansicht auf den von außen sichtbaren Teil eines Verschlußstopfens,
- Fig. 14 einen Schnitt durch eine weitere erfindungsgemäße Linearführungseinrichtung, bei welcher die Führungs-
10 schiene als eine Welle und der Führungswagen als eine "Kugelbüchse" ausgeführt ist,
- Fig. 15 einen Schnitt nach Linie XV-XV der Fig. 14 und
- 15 Fig. 16 eine Abwandlung der Linearführungseinrichtung nach den Fig. 14 und 15.

In Figur 1 ist eine Führungsschiene mit 10 bezeichnet. Diese Führungsschiene 10 weist eine Achse 11 auf. Auf der Führungsschiene 10 ist ein Lagerhauptkörper 12 geführt, der an seinen
20 beiden Enden mit je einer Endplatte 13 versehen ist. Bohrungen 15 in dem Lagerhauptkörper 12 sind dazu bestimmt, auf diesem Lagerhauptkörper 12 ein Objekt, beispielsweise einen Werkstückträgerschlitten oder einen Werkzeugträgerschlitten einer
25 Bearbeitungsmaschine, insbesondere einer Werkzeugmaschine, zu führen. In Figur 2 erkennt man, daß der Lagerhauptkörper 12 auf der Führungsschiene 10 im Bereich der Seitenflächen der Führungsschiene 10 jeweils durch zwei Kugelumläufe 14, 16 geführt ist. Der im Querschnitt annähernd U-förmige Lager-
30 hauptkörper 12 weist zwei Schenkel 18, 22 auf, die durch einen Steg 20 miteinander verbunden sind. In Figur 2 sind nur die beiden Kugelumläufe des in dieser Zeichnung rechten Schenkels 18 gezeigt. Man erkennt, daß die Kugeln der Kugelumläufe 14, 16 durch einen Haltesteg 24 in Eingriff mit den Laufbahnen des
35 Lagerhauptkörpers 12 gehalten werden. Dies ist im einzelnen in Figur 3 dargestellt. In Abweichung von Figur 2 ist in Figur 3 der linke Schenkel 22 in rollendem Eingriff mit der Führungs-

schiene 10 dargestellt. Die Kugeln des Kugelumlaufts 14 werden durch den Haltesteg 24 in Eingriff mit einer Lauffläche 26 des linken Schenkels 22 gehalten, während die Kugeln des Kugelumlaufts 16 durch den gleichen Haltesteg 24 in Eingriff mit einer Lauffläche 28 gehalten werden.

Figur 5 zeigt, daß der Haltesteg 24 von einer Endplatte 13 ausgeht. Er trifft sich an seinem in Figur 5 endplattenfernen Ende mit dem Ende eines weiteren Haltestegs, der von der gegenüberliegenden Endplatte 13 ausgeht. Die beiden Haltestege 24 sind an ihren zusammenstoßenden Enden miteinander durch eine Zapfenverbindung verbunden (in Figur 4 bei 30 angedeutet). Im übrigen sind die Haltestege 24 durch Halteleisten 32 in Haltenuten der jeweiligen Schenkel 18, 22 des Lagerhauptkörpers 12 gesichert, wobei diese Haltenuten mit 34 (siehe Figur 3) bezeichnet sind. Die Kugeln der Kugelumläufe 14 und 16 liegen an Laufflächen 36 bzw. 38 der Führungsschiene 10 an. Durch Dichtleisten 40 und 42 zu beiden Seiten der Führungsschiene 10 ist der die Kugelumläufe 14 und 16 jeweils aufnehmende Raum zwischen der Führungsschiene 10 und den Schenkeln 18, 22 des Lagerhauptkörpers 12 abgedichtet.

In Figur 4 erkennt man Einzelheiten der Endplatte 13, und zwar mit Blick auf eine Anlagefläche 44 dieser Endplatte 13, die gemäß Figur 1 an einer Stirnfläche 46 des Lagerhauptkörpers 12 anliegend befestigt ist.

Man erkennt in Figur 4 zunächst in einem linken Schenkelteil 48 der entsprechend dem Lagerhauptkörper 12 ebenfalls U-förmig ausgeführten Endplatte 13 zwei Umlenkinnen 50 und 52, welche in die Anlagefläche 44 eingeformt sind und äußere Umlenkflächen 54 bzw. 56 für Umlenkbogenabschnitte der Kugelumläufe 14, 16 bilden. Die beiden Umlenkinnen 50, 52 werden von einer Umlenkstück-Aufnahmerinne 58 gekreuzt (siehe auch Figur 5). In dieser Umlenkstück-Aufnahmerinne 58 liegt ein Umlenkstück 60, welches gemäß Figur 5 eine plane Brustfläche 62 und eine konvex gekrümmte, insbesondere halbkreiszyklindrische Rückenfläche

64 aufweist. Die Rückenfläche 64 bildet eine radial innere Umlenkfläche für die Kugeln der Umlenkbogenabschnitte beider Kugelumläufe 14, 16. In einem rechten Schenkelteil 49 der Endplatte 13 sind analog zum Schenkelteil 48 ebenfalls zwei Umlenkkrinnen sowie eine diese Umlenkkrinnen kreuzende Umlenkstück-Aufnahmerinne ausgebildet, in welche ein weiteres Umlenkstück für die Kugelumläufe 14, 16 des Schenkelteils 49 eingelegt ist.

10 Die Endplatte 13 wird mit Spannbolzen 65 (siehe Figur 6) an der Stirnfläche 46 des Lagerhauptkörpers 12 befestigt. Die Spannbolzen 65 durchsetzen dabei zugeordnete Spannbolzendurchgänge 66 in den Schenkelteilen 48, 49 der Endplatte 13. An den Schenkelteilen 48, 49 erkennt man in Figur 4 wieder den Halte-
15 steg 24 mit dem einen Teil einer Zapfenverbindung 30 und mit der Befestigungsleiste 32. Darüber hinaus erkennt man Schlitze 70 und 72, die zur Aufnahme der Dichtleisten 40, 42 gemäß Figur 3 dienen.

20 Das Umlenkstück 60 ist, wie aus den Figuren 6 und 7 zu ersehen, mit Positionierungsringen 78 versehen. Diese Positionierungsringe 78 bilden einen Teil des Umlaufwegs des jeweiligen Kugelumlaufs 14, 16 und werden jeweils mit einem Ende 78' in einer Ausnehmung 82 der Endplatte 13 versenkt, während sie mit
25 ihrem jeweils anderen Ende 78" in eine Erweiterung einer Kugelrückführbohrung 79 des Lagerhauptkörpers 12 eingesteckt werden.

Auf der dem Lagerhauptkörper 12 fernen Seite 84 der Endplatte
30 13 kann, wie aus Figur 1 ersichtlich, eine U-förmige Dichtplatte 81 in eine Dichtplattenausnehmung 83 der Endplatte 13 eingelegt werden, deren Innenkontur der Außenkontur der Führungsschiene 10 angepaßt ist. Diese U-förmige Dichtplatte 81 kann zusammen mit den Dichtleisten 40, 42 beidseits der Füh-
35 rungsschiene 10 eine Schmiermittelkammer bilden, innerhalb welcher die Kugelumläufe 14, 16 im wesentlichen dicht eingeschlossen sind.

Innerhalb der Endplatte 13 ist ein Schmiermittel-Versorgungssystem untergebracht, von dem ein in Figur 4 dargestellter Teil mit 86 bezeichnet ist. Dieser Teil 86 des Schmiermittel-Versorgungssystems schließt an Kanäle innerhalb des Umlenkstücks 60 an, welche durch die Rückenfläche 64 in die Umlenk-
rinnen 50, 52 ausmünden.

Zur Ergänzung der Offenbarung bezüglich des Schmiermittel-Versorgungssystems innerhalb der Endplatte 13 wird auf die DE
43 30 772 A1 verwiesen, insbesondere auf die dortige Gestaltung des Umlenkstücks, der Schmiermittelkanäle innerhalb des Umlenkstücks sowie der in diesen Schmiermittelkanälen angeordneten Ventile.

Die beiden Paare von Kugelumläufen 14, 16 in den Schenkeln des aus dem Lagerhauptkörper 12 und den beiden Endplatten 13 gebildeten Führungswagens sind in einem Führungskanalsystem rollend geführt, das in den Figuren allgemein mit 88 bezeichnet ist. Dieses Führungskanalsystem 88 umfaßt für jeden Kugel-
umlauf die zur Führungsschienenachse 11 parallele Kugelrückführbohrung 79 im Lagerhauptkörper 12, weiter zwei in den Endplatten 13 durch die Umlenkrrinnen 50 bzw. 52 und das Umlenkstück 60 gebildete Umkehrabschnitte, die in den Zeichnungen mit 90 bezeichnet sind, und schließlich einen achsparallelen, geradlinigen Abschnitt 92 für die tragenden Kugeln jedes Kugelumlaufs, welcher von der Lauffläche 26 bzw. 28 des Lagerhauptkörpers 12 und dem Haltesteg 24 der Endplatten 13 gebildet ist. Dies ist gut in Figur 7 zu erkennen. Zur Erläuterung, wie die Kugeln der Kugelumläufe 14, 16 in das Führungskanalsystem 88 eingefüllt werden, wird nun auf die Figuren 4 und 6 bis 9 verwiesen.

Das Einfüllen der Kugeln in das Führungskanalsystem 88 erfolgt über Füllkanäle 94 (siehe insbesondere die Figuren 4 und 8) in den Endplatten 13. Jedem der vier vorhandenen Kugelumläufe 14, 16 ist ein eigener Füllkanal 94 zugeordnet. Jede Endplatte 13 weist jeweils zwei Füllkanäle 94 auf. Innerhalb jeder End-

platte 13 sind die beiden Füllkanäle 94 auf die beiden Schenkelteile 48, 49 verteilt, und zwar so, daß ein Füllkanal 94 die Befüllung eines Kugelumlaufs 14 und der andere Füllkanal 94 die Befüllung eines Kugelumlaufs 16 ermöglicht. Diese Verteilung der Füllkanäle 94 ist gut in Figur 4 zu erkennen. Sie erlaubt es, baugleiche Endplatten 13 zu verwenden.

Die Figuren 6 bis 9 zeigen einen Ausschnitt des Führungswagens, der den bei Betrachtung der Figur 4 im Schenkelteil 48 ausgebildeten und dem dortigen Kugelumlauf 14 zugeordneten Füllkanal 94 enthält, wobei die Figuren 6 und 7 die Situation nach der Befüllung des Kugelumlaufs 14 zeigen, während die Figuren 8 und 9 die Situation während der Kugeleinfüllung zeigen. Der Füllkanal 94 verläuft zwischen einer von der Seite der Endfläche 84 der Endplatte 13 her zugänglichen Kugeleinfüllstelle 96 zu einer Einmündung 98, in welcher der Füllkanal 94 die Umlenkrinne 50 anschneidet. Wie besonders gut aus Figur 8 zu ersehen ist, verläuft der Füllkanal von der Kugeleinfüllstelle 96 ausgehend zunächst im wesentlichen parallel zu der dem Kugelumlauf 14 zugeordneten Rücklaufbohrung 79 des Lagerhauptkörpers 12. In einem Annäherungsbereich an die Einmündung 98 ist er leicht zu dem Umkehrabschnitt 90 hin gekrümmt, so daß er dort spitzwinklig zu der Rücklaufbohrung 79 verläuft. Der Querschnitt des Füllkanals entspricht im wesentlichen auf seiner gesamten Länge annähernd dem Kugelquerschnitt, so daß sichergestellt ist, daß die Kugeln einzeln nacheinander einlaufen.

Die Figuren 7 und 9 zeigen, daß die Einmündung 98 gegenüber einer durch die Scheitel der Umkehrabschnitte 90 des Kugelumlaufs 14 definierten Scheitelebene SE zur Rücklaufbohrung 79 hin versetzt liegt. Durch diese Versetzung der Einmündung und den spitzen Winkel, unter dem der Füllkanal 94 das Führungskanalsystem 88 anschneidet, wird sichergestellt, daß die Kugeln verklemmungsfrei und mit definierter Zielrichtung, nämlich in die Rücklaufbohrung 79, einlaufen. Dies gewährleistet einen raschen und problemlosen Ablauf des Einfüllvorgangs.

Wie aus den Figuren 6 und 8 zu erkennen ist, ist die Einmündung 98 darüber hinaus auch gegenüber einer durch die Kugelmittelpunkte definierten Umlaufebene UE versetzt. Mit diesem Versatz gegenüber der Umlaufebene UE hat es folgende Bewandnis: Im Betrieb der Linearführungseinrichtung wälzen die Kugeln, deren Radius annähernd gleich oder etwas kleiner als der Krümmungsradius der Umlenkfläche 54 ist (bei Betrachtung in der Schnittdarstellung der Figuren 6 und 8), vorrangig an einer Abwälzfläche 100 des Umkehrabschnitts 90 ab, welche im Bereich der Umlaufebene UE liegt. Auf diese Abwälzfläche 100 wirken damit die größten Kräfte. Die gegenüber der Umlaufebene UE versetzten Bereiche der Umlenkfläche 54 werden dagegen schwächer durch die Kugeln belastet, sodaß sich die durch die Einmündung 98 ergebenden Störungen des Kugellaufs hier weniger stark auswirken.

Das Einfüllen der Kugeln erfolgt durch ein von außen an den Füllkanal 94 angesetztes Füllrohr 102 (siehe Figuren 8 und 9), wobei die Kugeln maschinell eingeschoben oder mit Hilfe von Druckluft eingeblasen werden. Nach vollständiger Befüllung des Kugelumlaufs 14 wird von außen her ein Verschlußstopfen 104 in den Füllkanal 94 eingesetzt, der an seinem einmündungsnahen Ende mit einer Ergänzungsfläche 106 ausgeführt ist, die dem durch die Einmündung 98 ausgesparten Flächenbereich der Umlenkfläche 54 entspricht und sich bei ordnungsgemäß eingesetztem Verschlußstopfen 104 bündig in die Umlenkfläche 54 einfügt. Diese Situation ist in den Figuren 6 und 7 dargestellt.

Der als einstückiges Kunststoffformteil ausgeführte Verschlußstopfen 104 weist ein federelastisches Verrastungsglied 108 (siehe Figur 9) auf, welches beim Einsetzen des Verschlußstopfens 104 in den Füllkanal 94 dann, wenn die Ergänzungsfläche 106 die Einmündung 98 verschließt, hinter einer nicht näher dargestellten Verrastungsfläche an der Endplatte 13 einschnappt und so den Verschlußstopfen 104 unverlierbar an der Endplatte 13 hält. Das Verrastungsglied 108 kann bei eingesetztem Verschlußstopfen 104 von außen zugänglich sein, um den

Verschlußstopfen 104 aus dem Füllkanal 94 wieder herausnehmen zu können, beispielsweise um die Kugeln der Kugelumläufe auszutauschen.

- 5 Es ist denkbar, daß die Kugeleinfüllstelle 96 durch die Dichtleiste 81 verdeckt wird, so daß der Verschlußstopfen 104 vor unbeabsichtigter Beschädigung oder Verlust geschützt ist.

Die Figuren 10 bis 13 zeigen ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Linearführungseinrichtung, bei dem gleiche oder gleichwirkende Komponenten wie bei dem Ausführungsbeispiel der Figuren 1 bis 9 mit gleichen Bezugsziffern versehen sind, zur Unterscheidung jedoch einen zusätzlichen Kleinbuchstaben aufweisen. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird zur Erläuterung dieser Komponenten auf die vorangehende Beschreibung der Figuren 1 bis 9 verwiesen.

Im Unterschied zum vorliegenden Ausführungsbeispiel enthält die Endplatte 13a in den Figuren 10 bis 12 einen Füllkanal 94a, welcher die beiden Umlenkrinnen 50a und 52a des Schenkelteils 48a der Endplatte 13a anschneidet. Dies bedeutet, daß durch ein und denselben Füllkanal 94a gleichzeitig die beiden Kugelumläufe 14a, 16a dieses Schenkelteils 48a befüllt werden können. Der Füllkanal 94a ist danach als Verzweigungskanal ausgeführt, dessen beide Zweigkanäle jeweils zu einer Einmündung 98a in die Umkehrabschnitte 90a der beiden Kugelumläufe 14a, 16a führen. Die beiden Einmündungen 98a werden durch einen gemeinsamen Verschlußstopfen 104a verschlossen, der in den Verzweigungskanal 94a eingesetzt wird und mit zwei Ergänzungsflächen 106a ausgeführt ist, die die Umlenkflächen 54a und 56a der Umkehrabschnitte 90a im Bereich der jeweiligen Einmündung 98a bündig ergänzen.

Die Figuren 11 und 12 veranschaulichen den Füllvorgang bei diesem Ausführungsbeispiel. Die Einmündungen 98a sind weiterhin sowohl gegenüber der Umlaufebene UE als auch gegenüber der Scheitelebene SE des jeweiligen Kugelumlaufs 14a, 16a ver-

setzt, so daß die eingefüllten Kugeln zielgerichtet in die Rücklaufbohrungen 79a einlaufen. Da allerdings bei der dargestellten Füllmethode mit einem Füllrohr 102a nicht in jedem Fall vorausgesagt werden kann, in welche der beiden Rücklaufbohrungen 79a die Kugeln einlaufen werden, muß besondere Sorgfalt darauf gelegt werden, daß beide Kugelumläufe 14a, 16a mit der erforderlichen Anzahl von Kugeln befüllt werden.

In dem in Figur 10 linken Schenkelteil 49a der Endplatte 13a ist gestrichelt ein weiterer Füllkanal 94a angedeutet. Wenn dieser Füllkanal 94a ebenfalls als Verzweigungskanal ausgebildet ist, der die gemeinsame Befüllung der im linken Schenkelteil 49a der Endplatte 13a umgelenkten Kugelumläufe erlaubt, können sämtliche Kugelumläufe des Führungswagens von einer Endplatte her befüllt werden.

Schließlich ist aus den Figuren 10 und 13 noch zu erkennen, daß der Verschlußstopfen 104a an seinem einmündungsfernen Ende eine Randleiste 110a aufweist, welche sich beim Einsetzen des Verschlußstopfens 104a in den Füllkanal 94a in eine um den Öffnungsrand des Füllkanals 94a herum verlaufende Aussparung 112a in der Endplatte 13a formschlüssig einlegt. Die Randleiste 110a weist einen Indexiervorsprung 114a auf, der sicherstellt, daß der Verschlußstopfen 104a nur in einer bestimmten Relativstellung zum Füllkanal 94a in diesen eingesetzt werden kann, nämlich so, daß seine Ergänzungsflächen 106a führungsgerecht im Bereich der Einmündungen 98a zu liegen kommen. So ist es ausgeschlossen, daß der Verschlußstopfen 104a unbeabsichtigterweise in falscher Orientierung in den Füllkanal 94a eingesetzt wird. Im übrigen weist auch der Verschlußstopfen 104 des Ausführungsbeispiels der Figuren 1 bis 9 eine solcherart gestaltete Indexierung auf. Diese ist jedoch in den dortigen Figuren nicht erkennbar, weshalb sie erst im Zusammenhang mit dem Verschlußstopfen 104a der Figuren 10 bis 13 beschrieben wurde.

In den Fig. 14 und 15 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Gemäß Fig. 14 und 15 ist eine Führungsschiene 10b als eine zylindrische Welle ausgebildet, welche durch Haltestege 120b an einem Träger 122b angeflanscht ist. Auf der Welle 10b ist eine Kugelbüchse 124b axial verschiebbar geführt.

Die Linearkugelbüchse 124b umfaßt einen Lagerhauptkörper 126b, in welchem Kugelumläufe 128b aufgenommen sind. Jeder Kugelumlauf 128b umfaßt eine tragende Kugelreihe 130b, eine rücklaufende Kugelreihe 132b und Bogenkugelreihen 134b.

Die tragenden Kugelreihen 130b sind in einem Käfig 136b durch Käfigschlitze 138b geführt. Diese tragenden Kugelreihen 130b liegen dabei einerseits an der Außenumfangsfläche der Welle 10b an, andererseits an der Innenumfangsfläche des Lagerhauptkörpers 126b. Die rücklaufenden Kugelreihen 132b sind in Rücklaufkanälen 140b im Lagerhauptkörper 126b geführt. Die Bogenkugelreihen 134b sind durch Bogenkanäle 142b geführt, welche einerseits von halbkreisbogenförmigen Rinnen 144b in ringförmigen Endplatten 146b und andererseits von Rundungen 148b an dem Lagerhauptkörper 126b begrenzt sind. Die ringförmigen Endplatten 146b sind aus Kunststoff gespritzt oder gegossen, beispielsweise aus einem Polyamid oder aus Polyethylen. Sie sind an dem Lagerhauptkörper 126b durch Befestigungsringe 150b axial festgelegt.

Die in Figur 15 linke Endplatte 146b weist einen Füllkanal 94b auf, welcher bei der Herstellung der aus Kunststoff gespritzten Endplatte 146b im Zuge des Spritzvorgangs mithergestellt worden ist. Jedem der Kugelumläufe 128b ist ein solcher Füllkanal 94b zugeordnet. Es kann auch wie bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 10 - 13 zwei Kugelumläufen 128b ein gemeinsamer Füllkanal 94b zugeordnet sein. Man erkennt aus Fig. 15, daß der Füllkanal 94b gegenüber der Scheitelebene SE des jeweils zugehörigen Kugelumlaufs 128b so versetzt ist, daß er nahe der rücklaufenden Kugelreihe 132b liegt. Überdies kann

der Füllkanal 94b auch gegenüber der in Fig. 14 eingezeichneten Umlaufläche UE versetzt sein, so wie in Fig. 6 dargestellt.

5 Beim Füllvorgang ist der Füllkanal 94b noch offen. Die übrigen Teile der in den Fig. 14 und 15 dargestellten Linearführungseinrichtung nehmen dagegen bereits die in den Fig. 14 und 15 dargestellte Stellung ein, also ihre betriebsfertige Stellung. Die Kugeln werden durch den Füllkanal pneumatisch oder mecha-
10 nisch eingeführt und füllen nach und nach das ganze Führungskanalsystem 88b. Dabei ist zu beachten, daß die Einführungsrichtung des Füllkanals 94b an der Einmündungsstelle in das Führungskanalsystem 88b im wesentlichen tangential zu dem Bogenkanal 142b des Führungskanalsystems 88b ist und mit die-
15 sem einen spitzen Winkel einschließt. Zuzufolge dieser Anordnung ist sichergestellt, daß die durch den Füllkanal 94b in das Führungskanalsystem 88b eintretenden Kugeln in einer vorbestimmten Richtung in das Führungskanalsystem 88b eintreten, nämlich in den die rücklaufende Kugelreihe 132b führenden
20 Abschnitt des Führungskanalsystems 88b. Wenn das Führungskanalsystem 88b vollständig gefüllt ist, wird der Verschlußstopfen 104b in den Füllkanal 94b eingesetzt. Dabei ist die Einführung des Verschlußstopfens 104b nur in einer bestimmten Winkellage des Verschlußstopfens 104b gegenüber dem Füllkanal
25 94b möglich, wobei diese Winkellage u.a. durch eine Verrastungsfeder 108b des Verschlußstopfens 104b und eine diese Verrastungsfeder 108b aufnehmende (nicht dargestellte) Nut in der Umfangsfläche des Füllkanals 94b bestimmt ist. Bei der Einführung des Verschlußstopfens 104b in den Füllkanal 94b
30 gelangt die Verrastungsfeder 108b in eine (nicht dargestellte) Erweiterung der Nut, so daß der Verschlußstopfen 104b schließlich in einer definierten Lage längs des Füllkanals 94b zu liegen kommt, in welcher die einmündungsnahe Ergänzungsfläche 106b des Verschlußstopfens 104b den Bogenkanal 142b formangepaßt ergänzt.
35

In Fig. 16 sind analoge Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen wie in den Fig. 14 und 15, wobei jedoch der Index b jeweils durch den Index c ersetzt ist.

5 Bei der Ausführungsform nach Fig. 16 ist die ringförmige Endplatte 146c mit einer Zunge 154c versehen, welche in einen Schlitz 156c im Lagerhaupte Körper 126c bündig eingreift. Jedem einzelnen der Kugelumläufe 128c oder auch zwei Kugelumläufen 128c gemeinsam ist eine solche Zunge 154c in einem entsprechenden Schlitz 156c zugeordnet. Die Zungen 154c begrenzen die die rücklaufenden Kugelreihen 132c führenden Abschnitte des Führungskanalsystems 88c auf einem Teil von deren Länge. In den Zungen 154c sind die Füllkanäle 94c gebildet, wobei auch hier die Füllkanäle 94c im Zuge der Herstellung der ringförmigen Endplatten 146c und der mit diesen einstückigen Zungen 154c durch Spritzen oder Gießen mithergestellt werden können. Wiederum erfolgt die Einfüllung der Kugeln durch die Füllkanäle 94c. Dabei ist vorgesehen, daß die Füllkanäle 94c, d.h. ihre Kanalachsen 158c, mit den rücklaufenden Kugelreihen 132c einen spitzen Winkel α einschließen, so daß sich die Kugeln beim Einfüllen leicht in die Abschnitte für die rücklaufenden Kugelreihen 132c einschieben oder einblasen lassen.

Sobald ein Kugelumlauf 128c vollständig gefüllt ist, wird der Verschlußstopfen 104c in den jeweiligen Füllkanal 94c eingesetzt, wobei der Verschlußstopfen 104c wiederum durch eine Verrastungsfeder 108c in die richtige Relativlage zum Füllkanal 94c gezwungen wird. Nach ordnungsgemäßem Einsetzen des Verschlußstopfens 104c greift dessen Verrastungsfeder 108c in eine Verrastungsaussparung (nicht dargestellt) in der Umfangsfläche des Füllkanals 94c ein, so daß der Verschlußstopfen 104c sicher im Füllkanal 94c gehalten ist und seine Ergänzungsfläche 106c den durch den Füllkanal 94c ausgesparten Teil des die rücklaufenden Kugeln führenden Abschnitts des Führungskanalsystems 88c formgerecht ergänzt.

Wie insbesondere aus Fig. 8 zu erkennen, können die Verschlußstopfen 104 an ihren von der jeweiligen Kugelreihe abgelegenen Enden hohl ausgebildet sein. Aufgrund dieser hohlen Ausbildung lassen sich die jeweiligen Verrastungsglieder 108 elastisch auslenkbar durch Schlitzbildung gewinnen. Die hohle Ausbildung ist ferner spritzgußtechnisch insofern von Vorteil, als sie ein unbeabsichtigtes Deformieren der Verschlußstopfen verhindert, welches zu einer Deformation der Ergänzungsfläche 106 führen könnte. Schließlich hat die hohle Ausbildung den Vorteil, daß der Verschlußstopfen mit seinem Hohlraum leicht auf ein Einführwerkzeug aufgesteckt werden kann, so daß das Einbringen des Verschlußstopfens in den Füllkanal erleichtert wird.

Ansprüche

1. Linearführungseinrichtung, umfassend eine Führungsschiene (10) mit einer Längsachse (11) und einen auf dieser Führungsschiene (10) längs dieser Achse (11) durch Wälzkörperumläufe (14, 16) geführten Führungswagen (12, 13), wobei ein Wälzkörperumlauf (14, 16) durch ein Führungskanalsystem (88) geführt ist, dieses Führungskanalsystem (88) ausgeführt mit einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt (92) für kraftübertragende Wälzkörper, einem im wesentlichen geradlinigen Abschnitt (79) für rücklaufende Wälzkörper und zwei im wesentlichen bogenförmig ausgeführten Umkehrabschnitten (90) zwischen den beiden geradlinigen Abschnitten (79, 92), wobei weiter durch die Mittelpunkte der Wälzkörper des Wälzkörperumlaufs (14, 16) eine Umlaufläche (UE) definiert ist, wobei weiter durch die Scheitel der Umkehrabschnitte (90) eine Scheittelebene (SE) definiert ist und wobei Mittel (94) vorgesehen sind, um die Wälzkörper in das Führungskanalsystem einzubringen, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungswagen (12, 13) mindestens einen den Durchgang einzelner Wälzkörper nacheinander gestattenden Füllkanal (94) aufweist, welcher von einer für die Wälzkörpereingabe zugänglichen Wälzkörper-Einfüllstelle (96) zu einer Einmündung (98) in das Führungskanalsystem (88) verläuft, und daß diese Einmündung (98) in das Führungskanalsystem (88) durch einen Verschlußstopfen (104) zumindest teilweise verschließbar ist, welcher das Führungskanalsystem (88) im Einmündungsbereich ergänzt.
2. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einmündung (98) dem geradlinigen Abschnitt (79) für die rücklaufenden Wälzkörper zugeordnet ist.

3. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einmündung (98) einem der bogenförmigen Umkehr-
abschnitte (90) zugeordnet ist.
4. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Ort des Füllkanals (94) gegenüber dem Führungs-
kanalsystem (88) während des Einfüllvorgangs und im Be-
triebszustand der Linearführungseinrichtung der gleiche
ist.
5. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einmündung (98) derart lokalisiert ist, daß die
Wälzkörper bei der Einfüllung in definierter Zielrichtung
in den Wälzkörperumlauf (14, 16) einlaufen.
6. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einmündung (98) in einem der Umkehrabschnitte
(90) derart lokalisiert ist, daß die Wälzkörper in den
geradlinigen Abschnitt (79) für die rücklaufenden Wälz-
körper einlaufen.
7. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einmündung (98) bei Betrachtung des Wälzkörper-
umlaufs (14, 16) in einer zur Umlaufläche (UE) im we-
sentlichen orthogonalen Betrachtungsrichtung gegenüber
der Scheitelebene (SE) in Richtung auf den geradlinigen
Abschnitt (79) für die rücklaufenden Wälzkörper hin ver-
setzt ist.
8. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Wälzkörper im Bereich der Umkehrabschnitte (90) mit konvex gekrümmten Oberflächenbereichen an einer konkav gekrümmten Abwälzfläche (100) des Führungskanalsystems (88) abwälzen, wobei diese konkav gekrümmte Abwälzfläche (100) im Bereich der Verschneidung des Führungskanalsystems (88) mit der Umlaufläche (UE) liegt, und daß das Zentrum der Einmündung (98) gegenüber der Umlaufläche (UE) versetzt ist.

9. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkanal (94) im Einmündungsbereich annähernd tangential, zumindest jedoch spitzwinklig zu dem Wälzkörperumlauf (14, 16) verläuft.

10. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkanal (94) nahe des geradlinigen Abschnitts (79) für die rücklaufenden Wälzkörper in einen der Umkehrabschnitte (90) einmündet und zumindest auf einem Großteil seiner Länge annähernd parallel zu dem geradlinigen Abschnitt (79) für die rücklaufenden Wälzkörper verläuft.

11. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschlußstopfen (104) an seinem dem Führungskanalsystem (88) zugekehrten Ende eine vorgeformte Ergänzungsfläche (106) besitzt, welche dem durch die Einmündung (98) eliminierten Flächenbereich des Führungskanalsystems (88) entspricht.

12. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Verschlußstopfen (104a) und an dem Füllkanal (94a) zusammenwirkende Positionierungsmittel (112a, 114a)

94

vorgesehen sind, welche das Einführen des Verschlußstopfens (104a) in den Füllkanal (94a) nur in solcher Relativlage von Verschlußstopfen (104a) und Füllkanal (94a) zulassen, daß die dem Führungskanalsystem (88a) zugekehrte Ergänzungsfläche (106a) des Verschlußstopfens (104a) die Ergänzung des Führungskanalsystems (88a) übernimmt.

13. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß an dem Verschlußstopfen (104) und an dem Führungswagen (12, 13) im Bereich des Füllkanals (94) Verrastungsmittel (108) vorgesehen sind, welche ineinander verrasten, wenn die Ergänzungsfläche (106) des Verschlußstopfens (104) ihre Ergänzungsstellung einnimmt.

14. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verrastungsmittel (108) durch äußeren Eingriff lösbar sind.

15. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Füllkanal (94a) als ein Verzweigungskanal ausgebildet ist, dessen Zweigkanäle zu Einmündungen (98a) in Führungskanalsysteme (88a) benachbarter Wälzkörperumläufe (14a, 16a) führen.

16. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Verzweigungskanal (94a) durch einen den Einmündungen (98a) benachbarter Führungskanalsysteme (88a) gemeinsamen Verschlußstopfen (104a) verschließbar ist.

17. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 16,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Führungswagen (12, 13) in symmetrischer Anordnung
zu einer die Längsachse (11) enthaltenden Längsmittel-
ebene beidseits dieser Längsmittlebene je eine Gruppe
5 von Wälzkörperumläufen (14, 16) aufweist und daß die
Füllkanäle (94) für jede Gruppe von Wälzkörperumläufen
(14, 16) auf beide in Längsrichtung beabstandeten Endbe-
reiche (13) des Führungswagens (12, 13) verteilt sind,
und zwar so, daß die beiden Endbereiche (13) des Füh-
10 rungswagens (12, 13) bei Betrachtung jeweils orthogonal
zu einer zugehörigen Endfläche (84) des Führungswagens
(12, 13) miteinander im wesentlichen identisch sind.

18. Linearführungseinheit nach einem der Ansprüche 1 - 16,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß der Führungswagen (12a, 13a) in symmetrischer Anord-
nung zu einer die Längsachse enthaltenden Längsmittel-
ebene beidseits dieser Längsmittlebene je eine Gruppe
von Wälzkörperumläufen (14a, 16a) aufweist und daß die
20 Füllkanäle (94a) für beide Gruppen von Wälzkörperumläufen
(14a, 16a) an ein und demselben der in Längsrichtung
beabstandeten Endbereiche (13a) des Führungswagens (12a,
13a) vorgesehen sind.

25 19. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -
18,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Führungswagen (12, 13) von einem mittleren Haupt-
körper (12) und zwei Endplatten (13) gebildet ist, welche
30 mit Anlageflächen (44) an Stirnflächen (46) des Hauptkör-
pers (12) anliegen, und daß die bogenförmig ausgeführten
Umkehrabschnitte (90) des Führungskanalsystems (88) ra-
dial äußere Führungsflächen (54, 56) besitzen, welche
durch rinnenartige Vertiefungen (50, 52) in den Anlage-
35 flächen (44) der Endplatten (13) gebildet sind.

20. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 19,

DE 298 23 842 U1

dadurch gekennzeichnet,
daß die Einmündung (98) im Bereich einer der rinnenarti-
gen Vertiefungen (50, 52) liegt.

- 5 21. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 19 und
20,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Umkehrabschnitte (90) des Führungskanalsystems
(88) radial innere Führungsflächen (64) aufweisen, welche
10 von halbzylindrischen Umlenkstücken (60) gebildet sind,
und daß diese Umlenkstücke (60) in Umlenkstück-Aufnahme-
rinnen (58) eingelegt sind, welche in den Anlageflächen
(44) der Endplatten (13) ausgeformt sind.

- 15 22. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -
21,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Wälzkörper als Kugeln ausgebildet sind.

- 20 23. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet,

daß in einem die Umlaufläche (UE) enthaltenden Schnitt
betrachtet die Umkehrabschnitte (90) des Führungskanalsy-
stems (88) wenigstens auf einem Teil ihrer Länge annä-
25 hernd kreisbogenförmig verlaufen.

24. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 22 und
23,

dadurch gekennzeichnet,

30 daß die Umkehrabschnitte (90) des Führungskanalsystems
(88) in einem die Scheitelebene (SE) enthaltenden Schnitt
betrachtet eine annähernd halbkreisförmige Krümmung be-
sitzen, deren Krümmungsradius gleich oder geringfügig
größer als der Kugelradius ist.

35

25. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -
24,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Füllkanal (94) wenigstens teilweise in einem
Kunststoffkörper (13) ausgebildet ist, welcher einen Teil
des Führungswagens (12, 13) bildet.

5

26. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Füllkanal (94) rundum von dem Material des Kunst-
stoffkörpers (13) begrenzt ist.

10

27. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -
26,
dadurch gekennzeichnet,
daß mindestens ein Teil der Begrenzungsflächen des Füll-
kanals (94) gießtechnisch oder spritztechnisch herge-
stellt ist.

15

28. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -
27,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Verschlußstopfen (104) aus Kunststoff hergestellt
ist.

20

29. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -
28,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Verschlußstopfen (104) mit einer das Führungs-
kanalsystem (88) ergänzenden Ergänzungsfläche (106) gieß-
technisch oder spritztechnisch hergestellt ist.

25

30

30. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 -
29,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Führungsschiene (10) als Profilschiene ausgebil-
det ist.

35

31. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 30,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungsschiene (10b) als im wesentlichen zylindrische Welle ausgebildet ist.

32. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 31,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Führungswagen (124b) als eine Kugelbüchse, insbesondere eine Radial-Kugelbüchse, ausgebildet ist.

33. Linearführungseinrichtung, umfassend eine Führungsschiene (10) mit einer Längsachse (11) und einen auf dieser Führungsschiene (10) längs dieser Achse (11) durch Wälzkörperumläufe (14, 16) geführten Führungswagen (12, 13), wobei ein Wälzkörperumlauf (14, 16) durch ein Führungskanalsystem (88) geführt ist, dieses Führungskanalsystem (88) ausgeführt mit einem im Wesentlichen geradlinigen Abschnitt (92) für kraftübertragende Wälzkörper, einem im Wesentlichen geradlinigen Abschnitt (79) für rücklaufende Wälzkörper und zwei im Wesentlichen bogenförmig ausgeführten Umkehrabschnitten (90) zwischen den beiden geradlinigen Abschnitten (79, 92), wobei weiter durch die Mittelpunkte der Wälzkörper des Wälzkörperumlaufts (14, 16) eine Umlaufläche (UE) definiert ist, wobei weiter durch die Scheitel der Umkehrabschnitte (90) eine Scheitelebene (SE) definiert ist, wobei weiter der Führungswagen (12, 13) mindestens einen den Durchgang einzelner Wälzkörper nacheinander gestattenden Füllkanal (94) aufweist, welcher von einer für die Wälzkörpereingabe zugänglichen Wälzkörper-Einfüllstelle (96) zu einer dem Querschnitt jeweils eines einzigen Wälzkörpers angepassten Einmündung (98) in das Führungskanalsystem (88) verläuft; und wobei diese Einmündung (98) in das Führungskanalsystem (88) durch einen Verschlussstopfen (104) zumindest teilweise verschließbar ist, dadurch gekennzeichnet,

dadurch gekennzeichnet,

DE 298 23 942 U1

dass der Verschlussstopfen (104) an seinem dem Führungskanalsystem (88) zugekehrten Ende eine vorgeformte Ergänzungsfläche (106) besitzt, welche dem durch die Einmündung (98) eliminierten Flächenbereich des Führungskanalsystems (88) entspricht, und dass an dem Verschlussstopfen (104a) und an dem Füllkanal (94a) zusammenwirkende Positionierungsmittel (112a, 114a) vorgesehen sind, welche das Einführen des Verschlussstopfens (104a) in den Füllkanal (94a) nur in solcher Relativlage von Verschlussstopfen (104a) und Füllkanal (94a) zulassen, dass die dem Führungskanalsystem (88a) zugekehrte Ergänzungsfläche (106a) des Verschlussstopfens (104a) die Ergänzung des Führungskanalsystems (88a) übernimmt, gewünschtenfalls in Verbindung mit einem oder mehreren Merkmalen der Ansprüche 1 bis 32.

34. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Einmündung (98) im Bereich eines Umkehrabschnitts (90) angeordnet ist.
35. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass die Einmündung in einem Formstück angebracht ist, welches einen bogenäußeren Teil des Umkehrabschnitts (90) bildet.
36. Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 33 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Einmündung (98) seitlich und verschneidungsfrei zu der Umlaufläche (UE) angeordnet ist.
37. Linearführungseinrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschneidung der Einmündung (98) mit dem Umkehrabschnitt (90) an der Stelle größter Annäherung an die Umlaufläche (UE) noch Abstand von der Umlaufläche

27.05.00

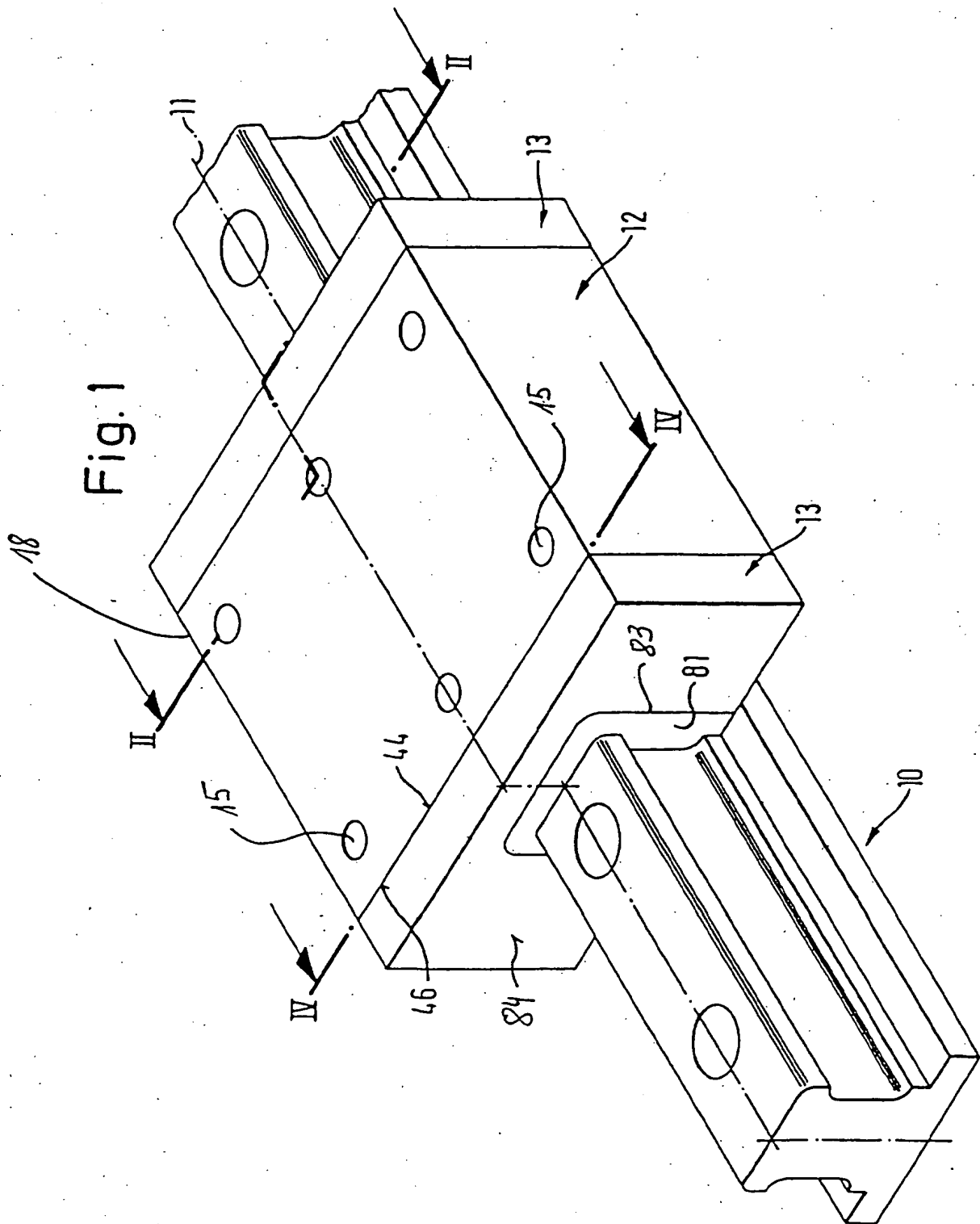
100

34

(UE) hat.

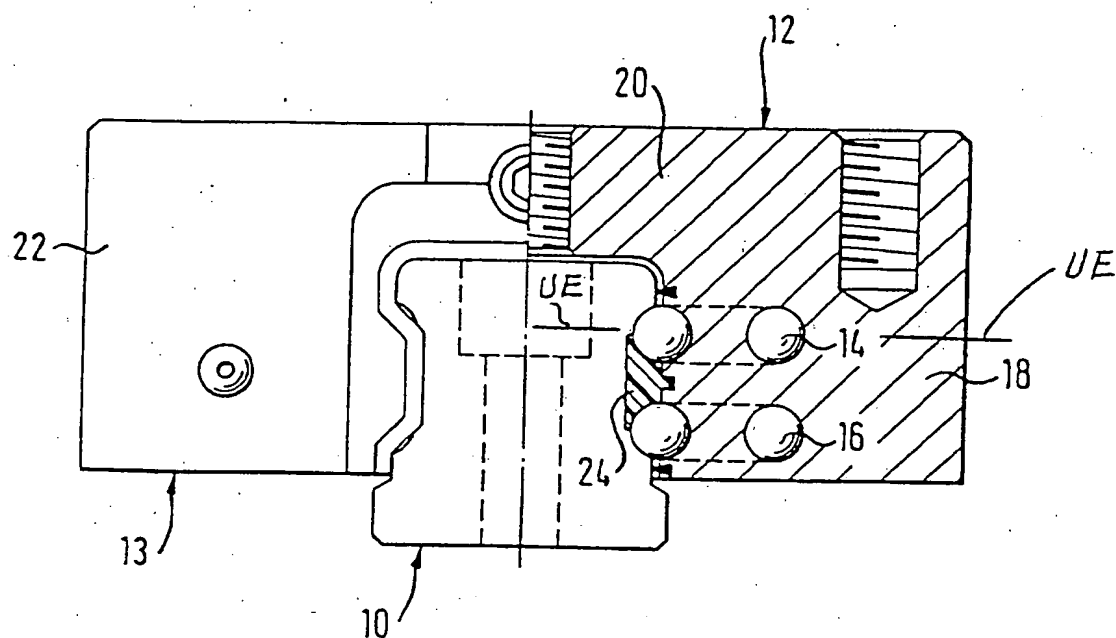
38. Führungswagen für eine Linearführungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 37.

DE 298 23 942 U1



27.08.00

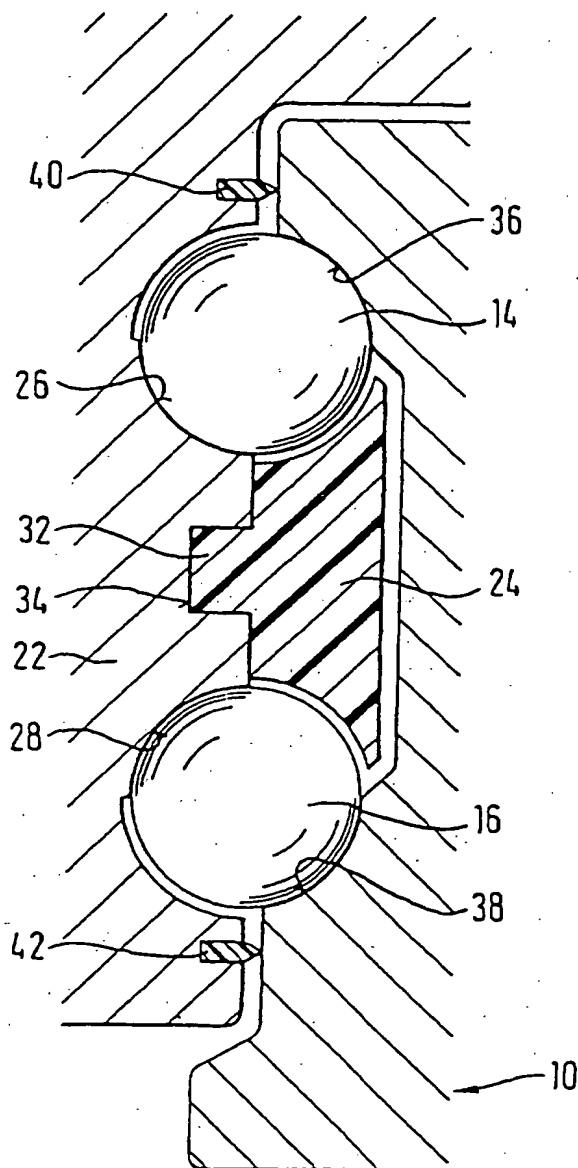
Fig. 2



DE 298 23 942 U1

27.08.00

Fig. 3



DE 296 23 942 U1

07.08.00

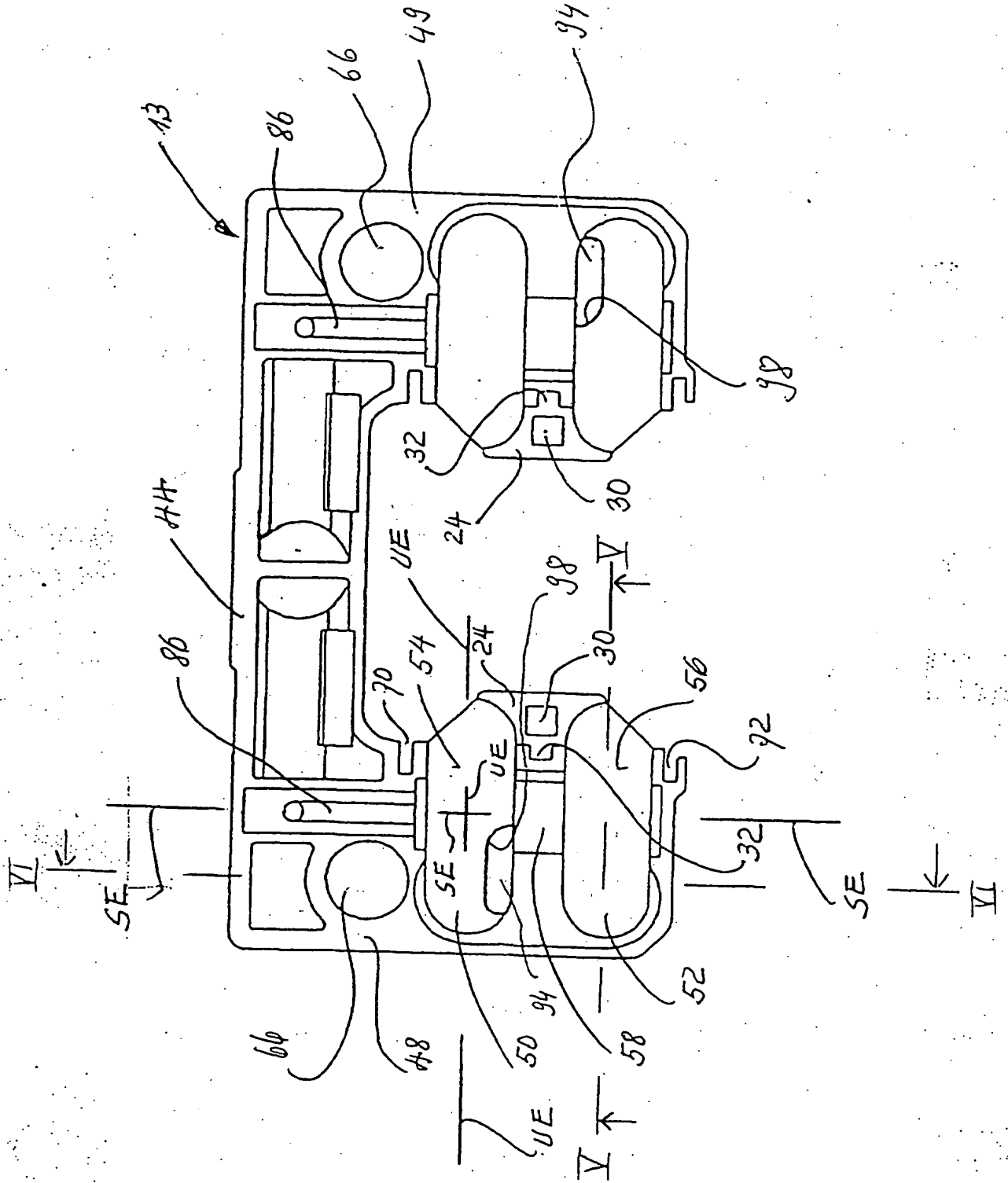
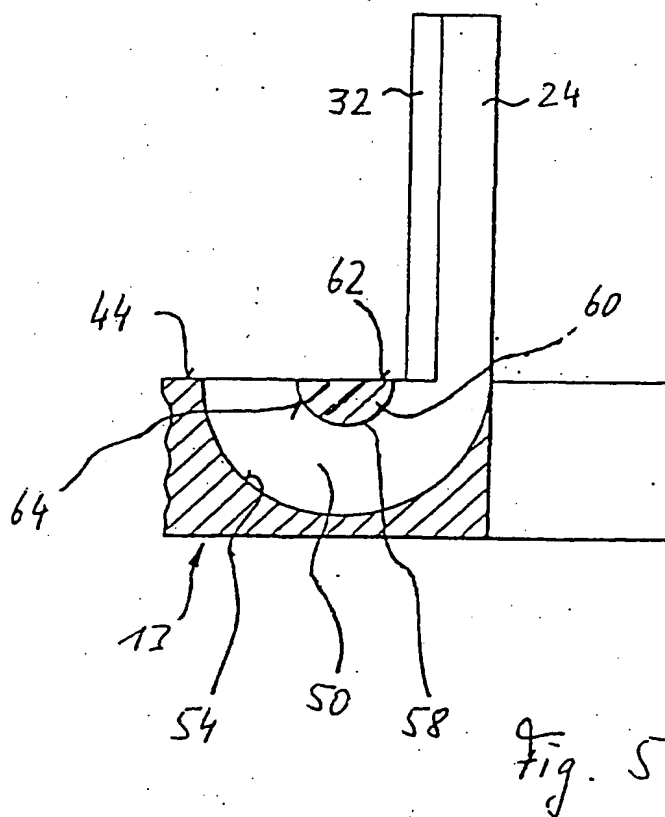


Fig. 4

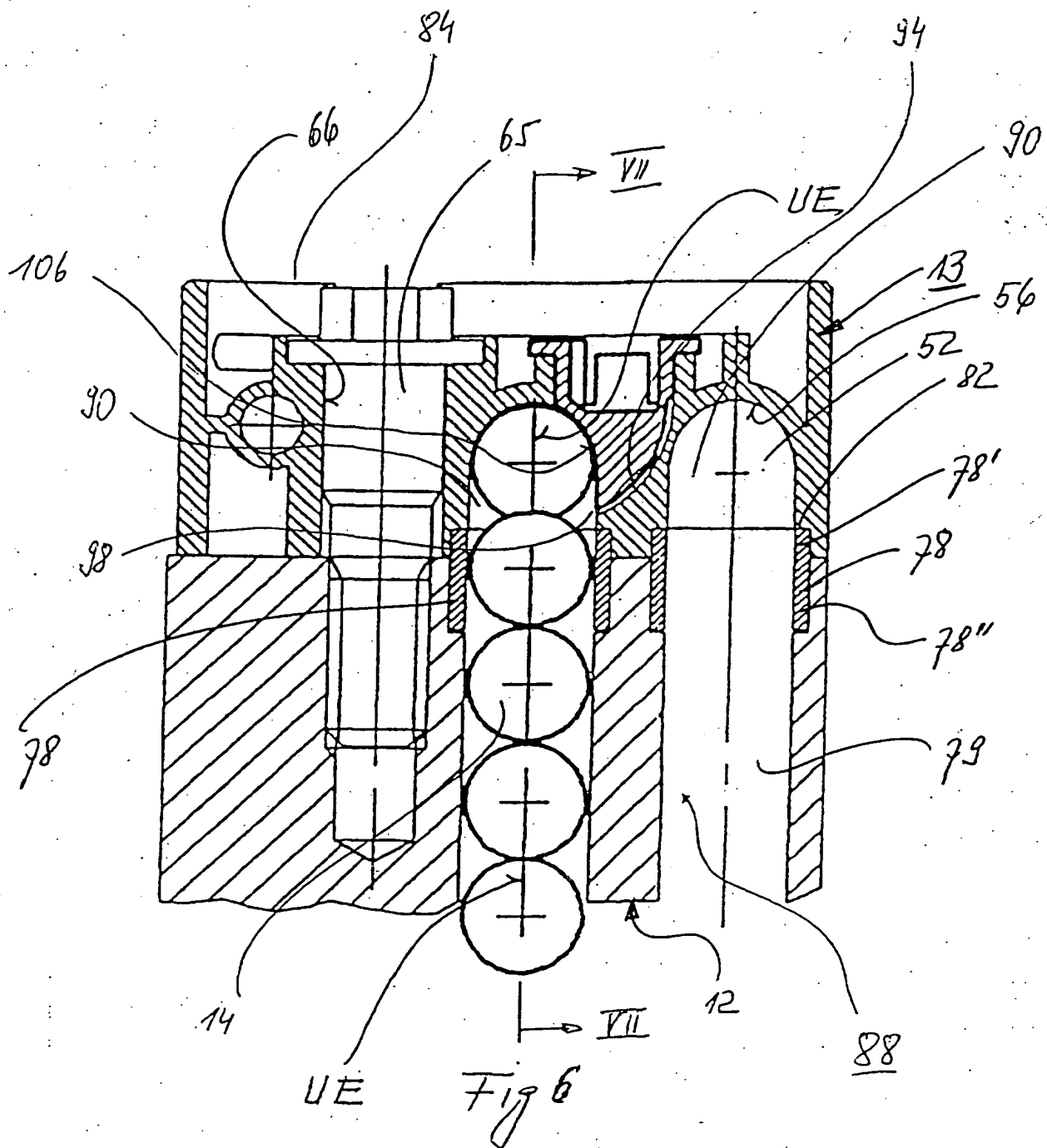
07.08.00

27.08.00



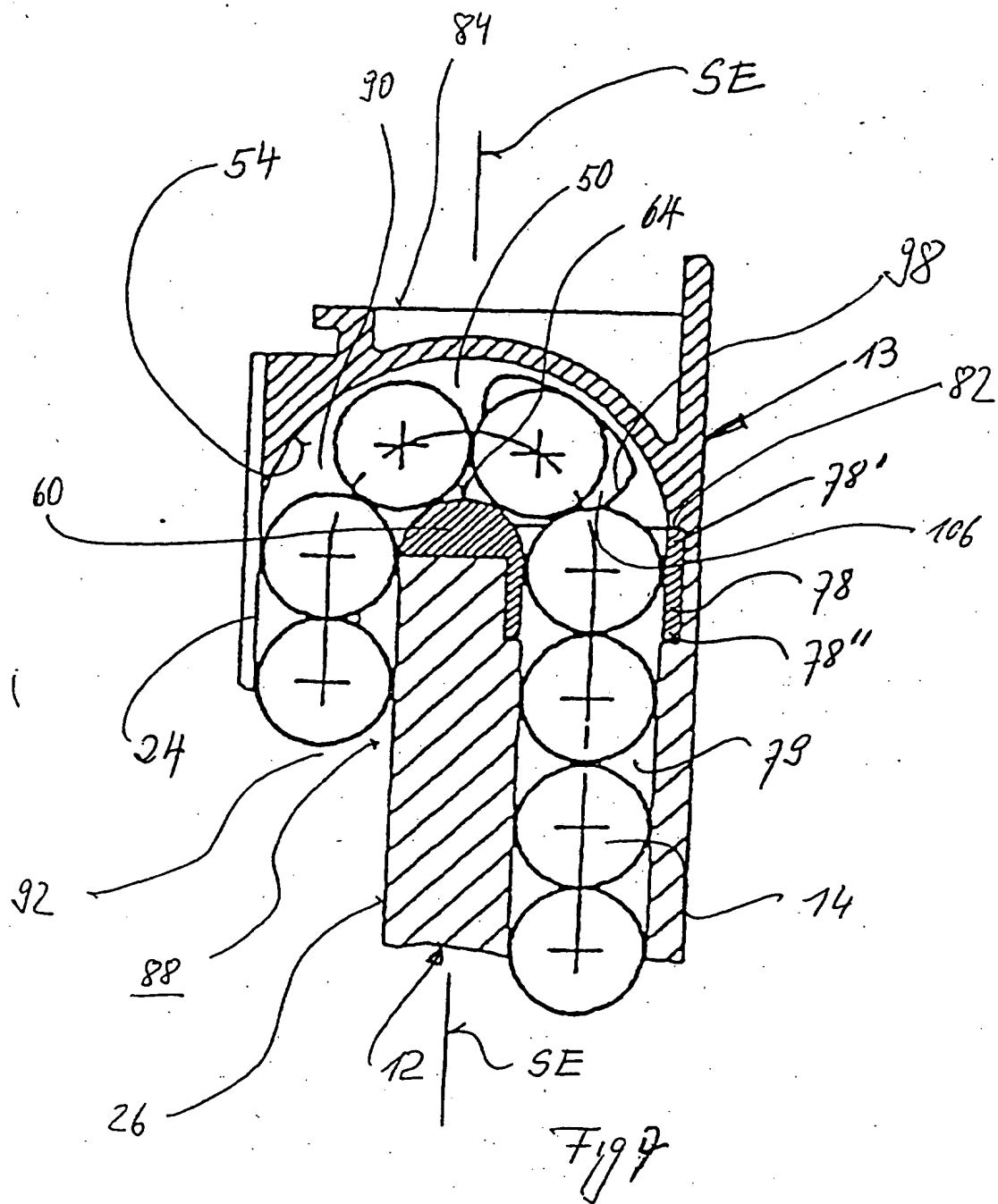
DE 295 23 942 U1

27.08.00



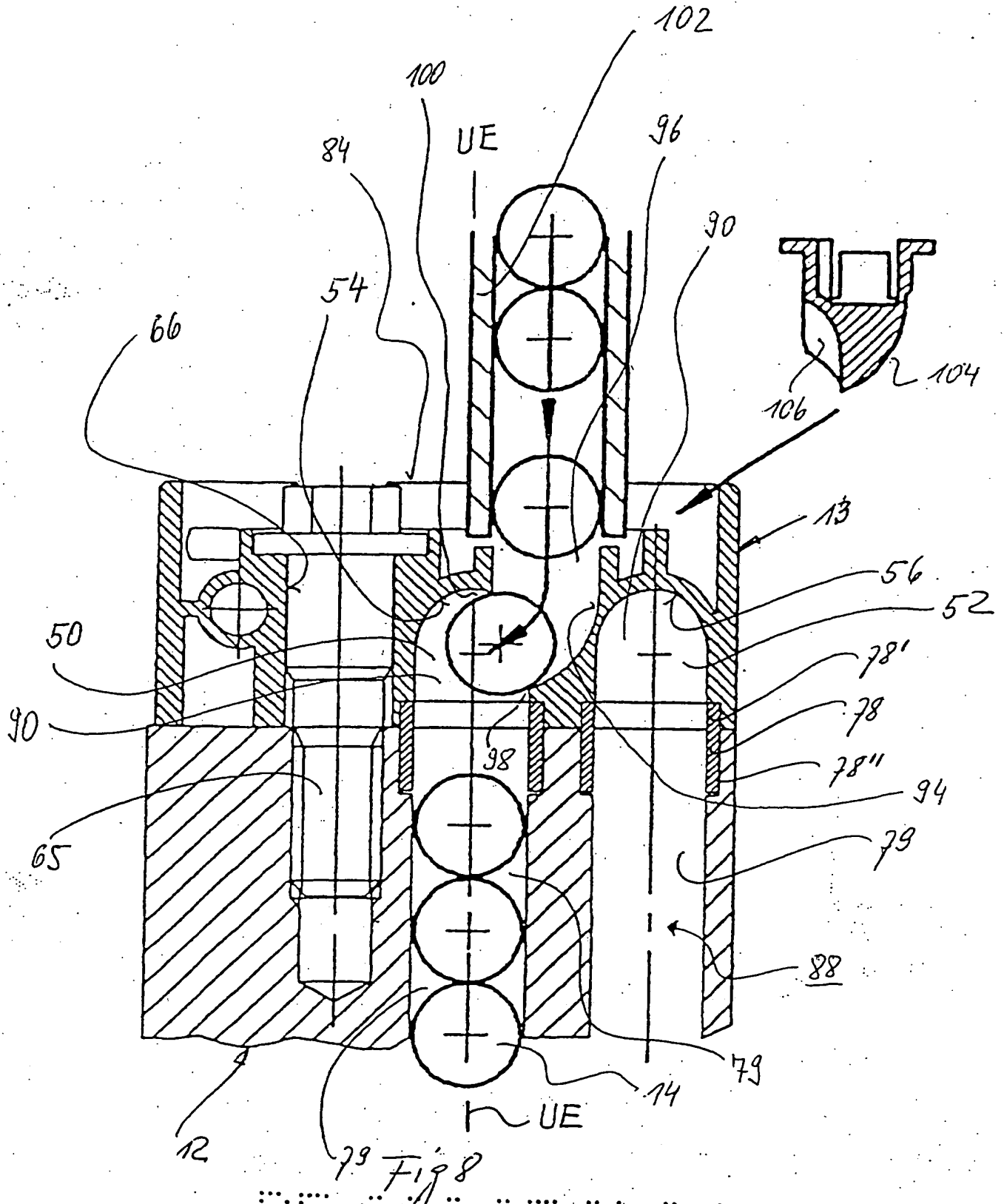
DE 298 23 942 U1

27.08.00



DE 296 23 942 U1

27.08.00



DE 296 23 942 U1

27.08.00

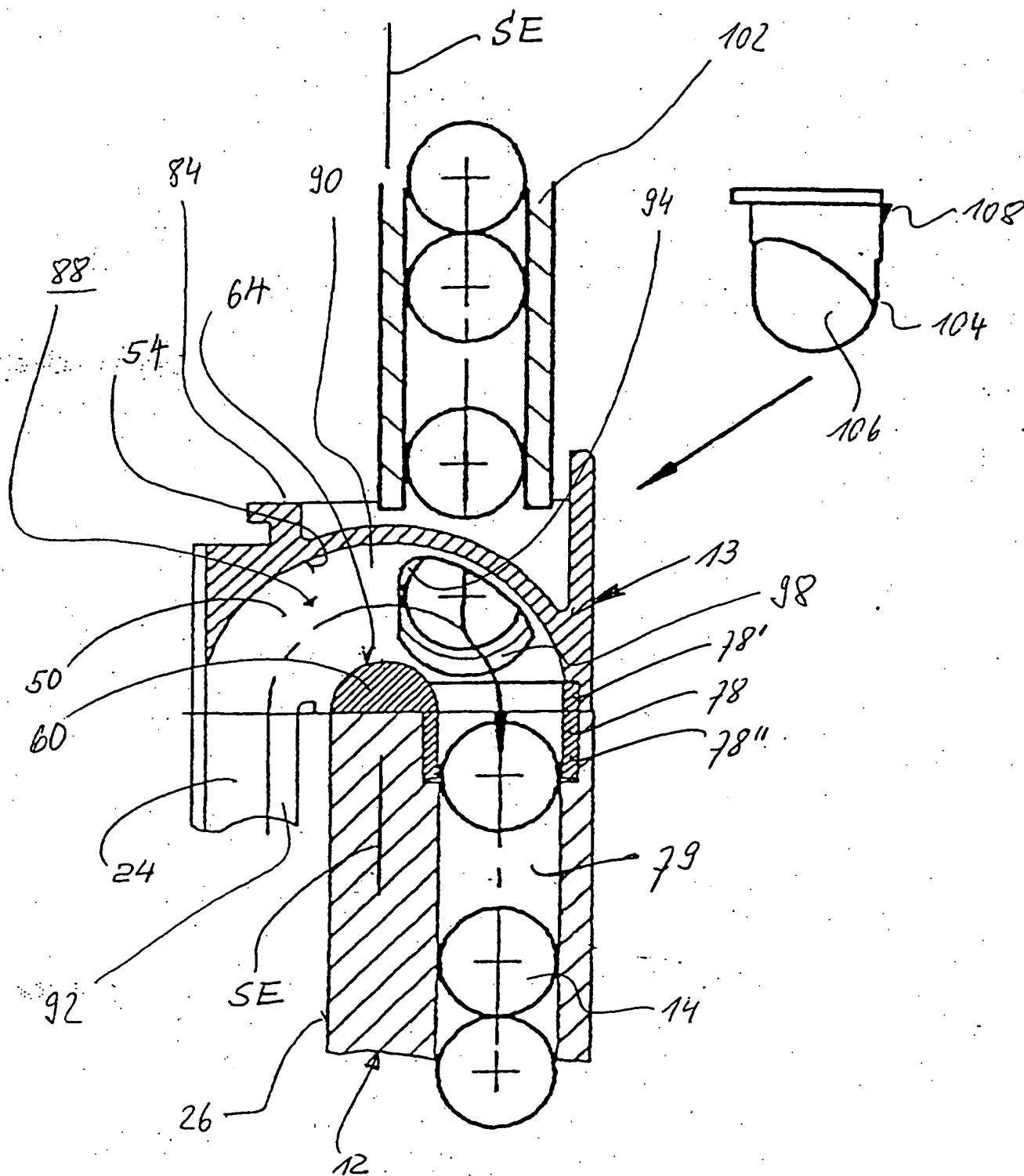
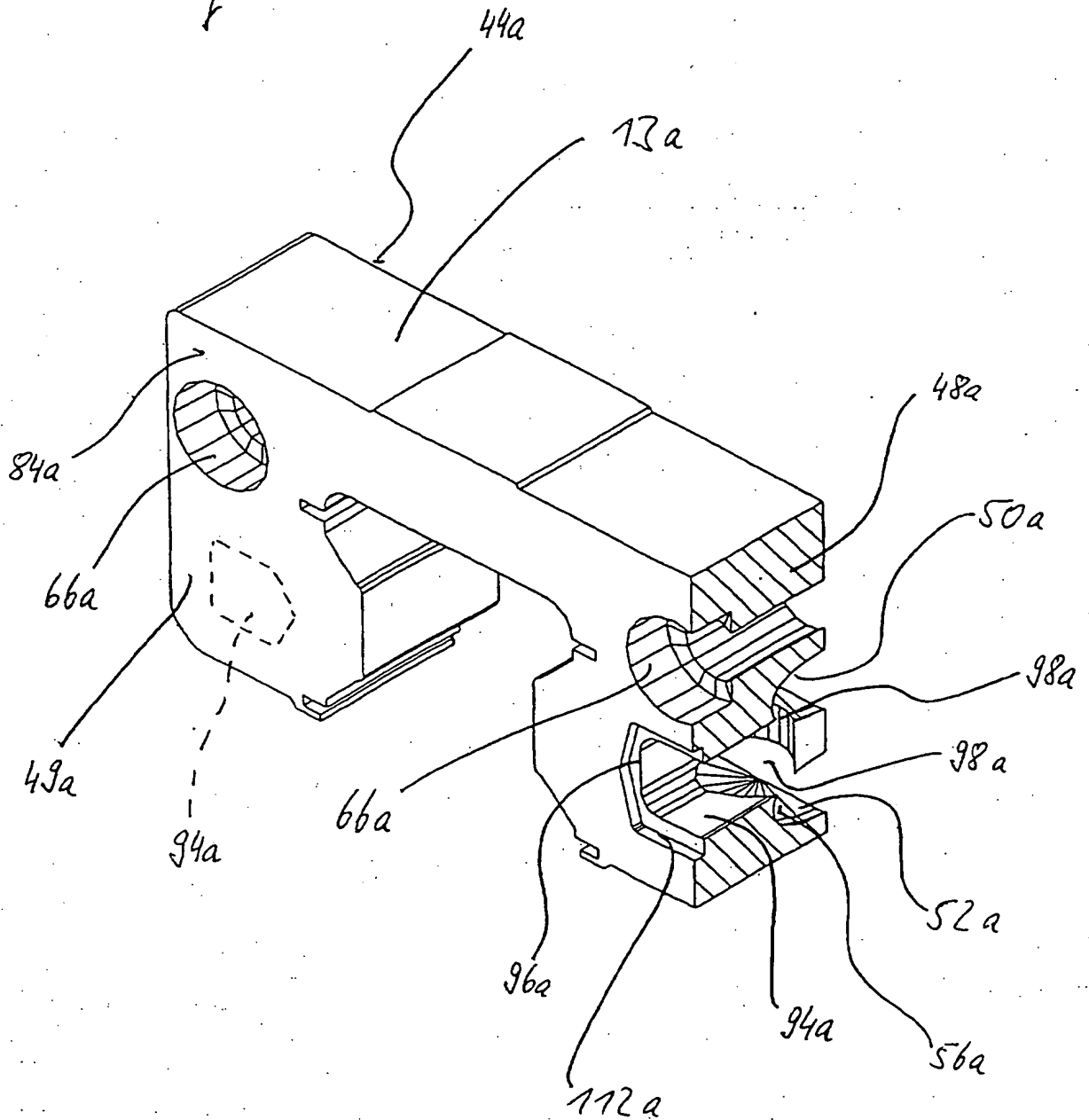


Fig 9

DE 296 23 942 U1

27.08.00

Fig. 10



DE 296 23 942 U1

Fig. 11

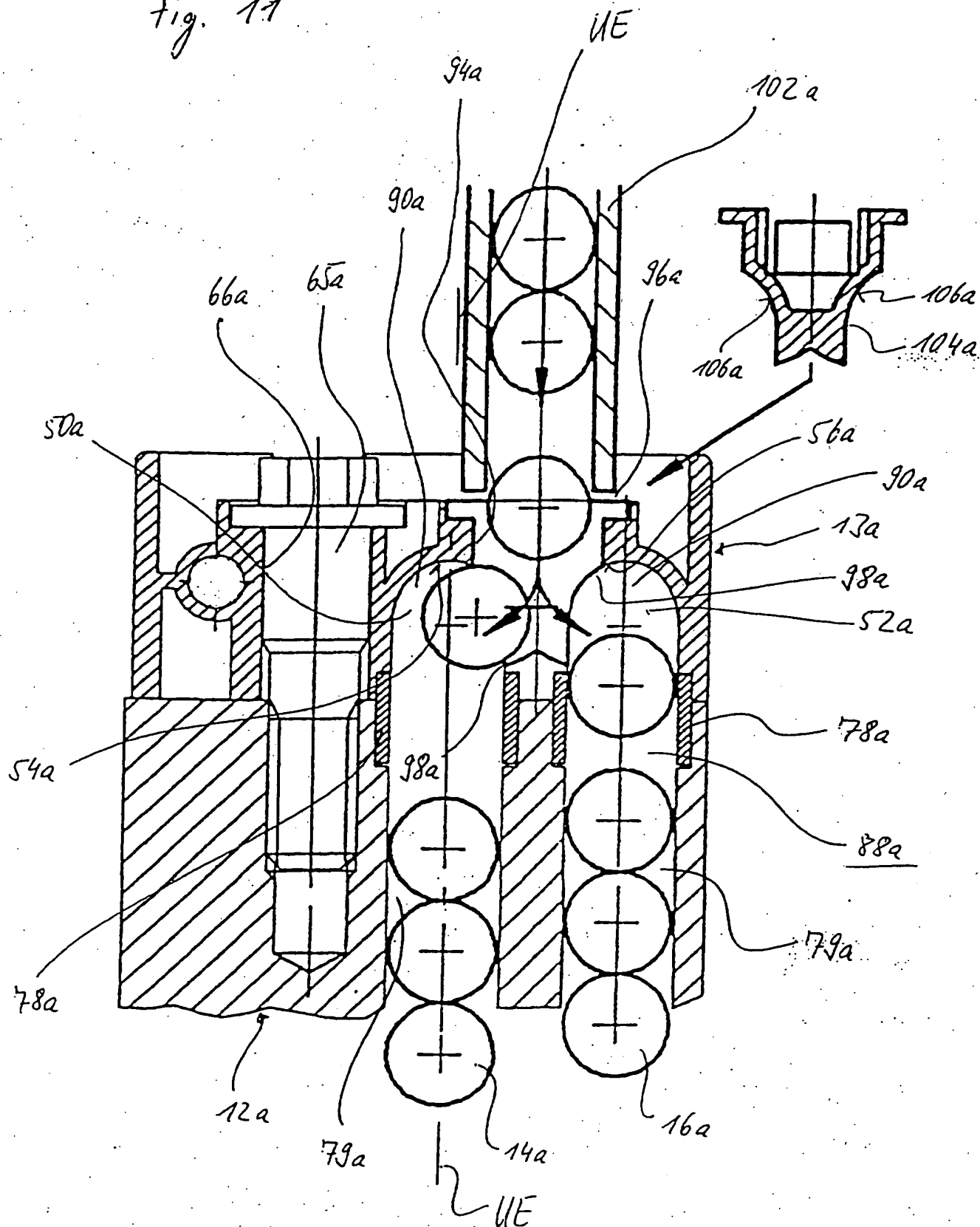


Fig. 12

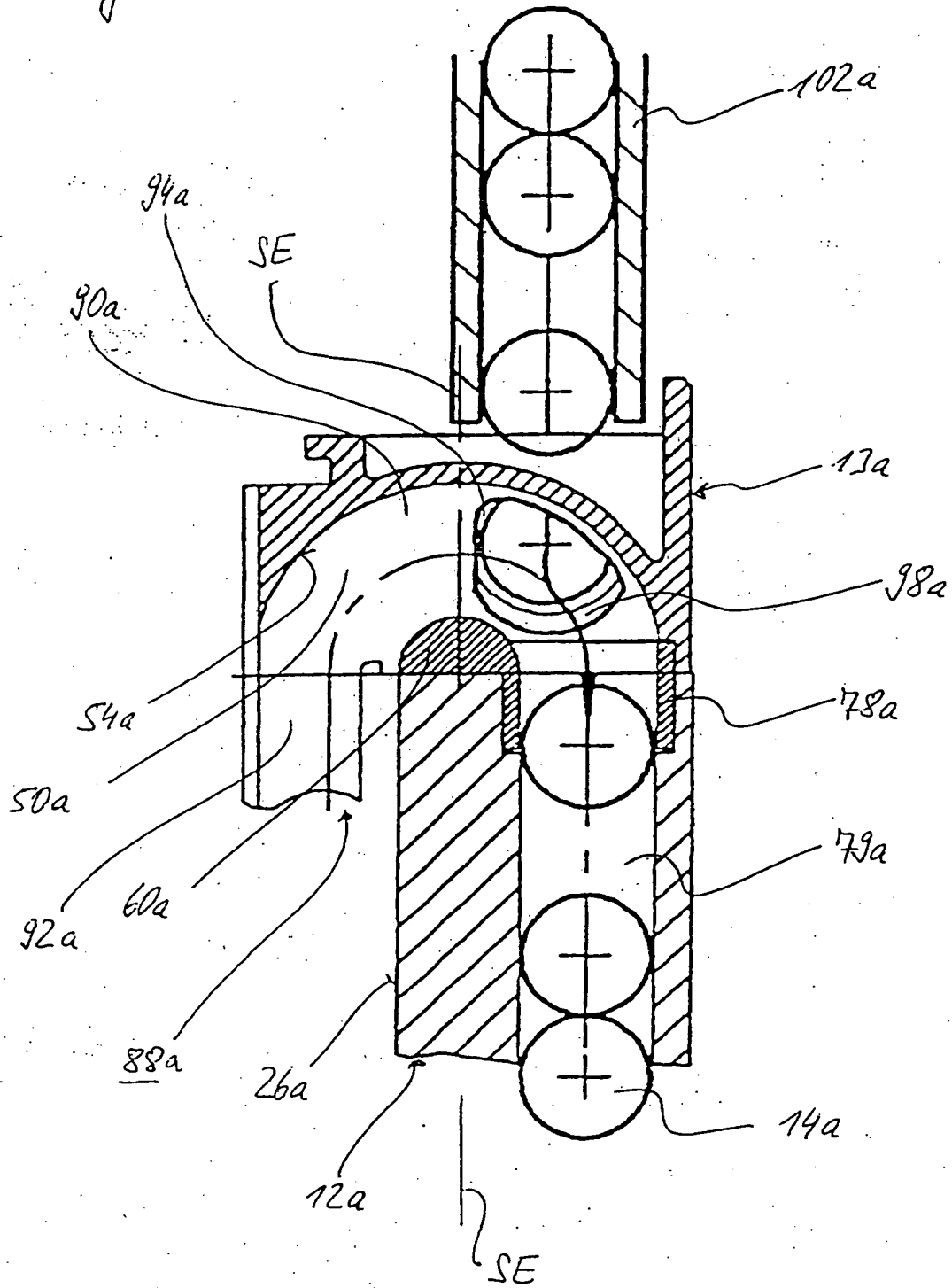


Fig. 13

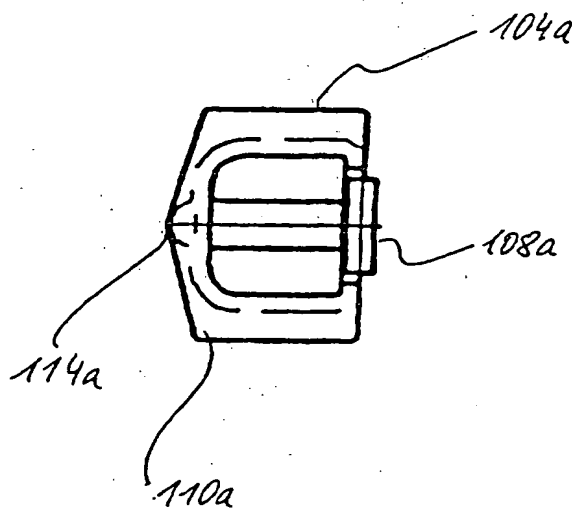
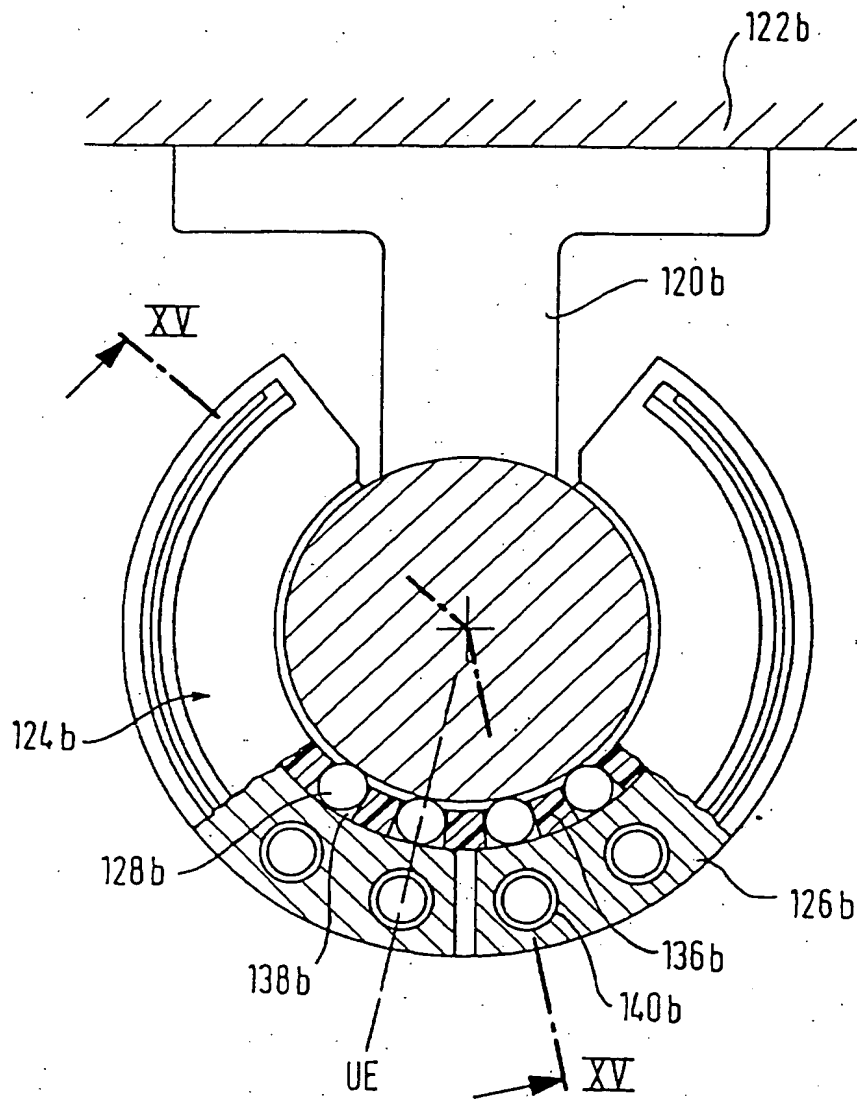
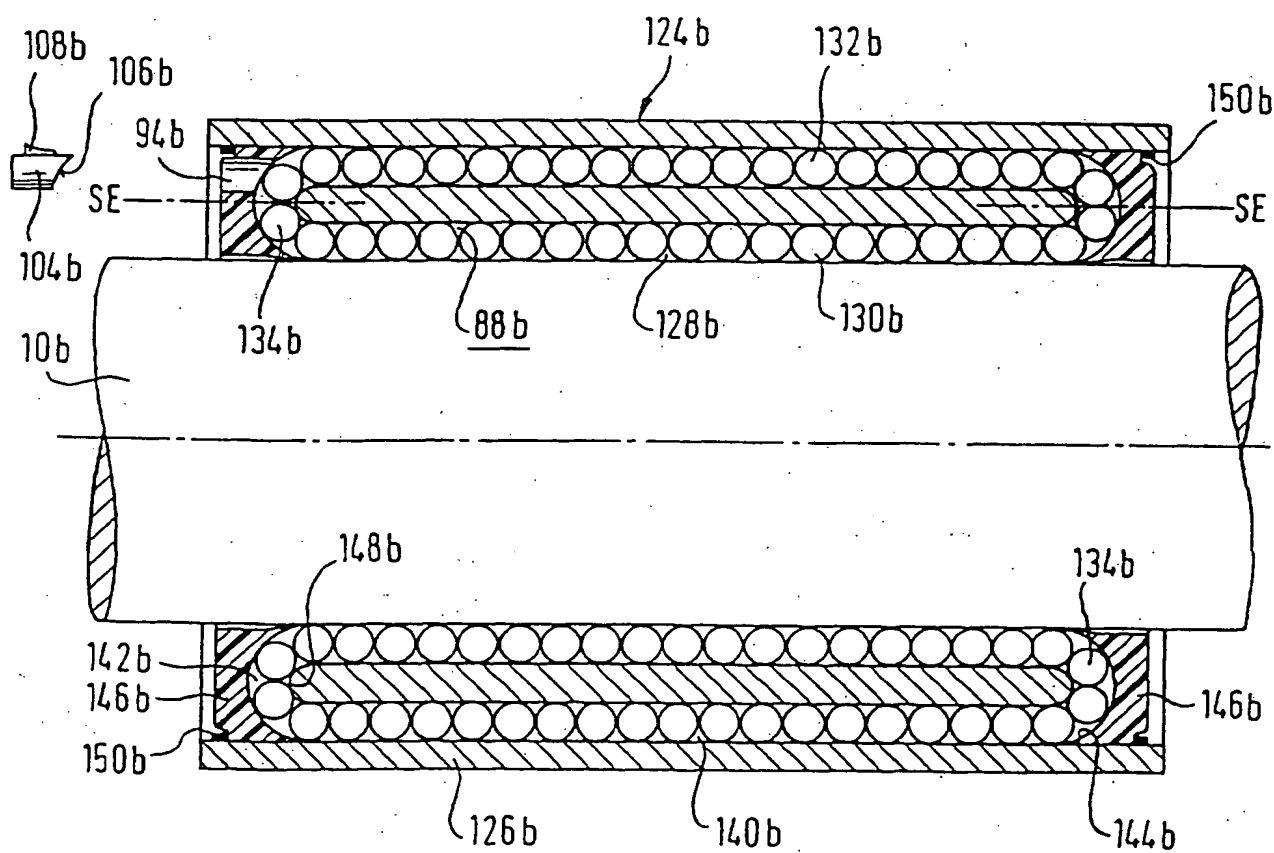


Fig.14



27.08.00

Fig.15



DE 296 23 942 U1

Fig. 16

